



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

Evaluación del efecto del macho en cuyes (*Cavia porcellus*) hembras núlparas aplicando la ganadería de precisión

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autores

Edinson Collas Ostos

Ivan Rafael Ramos Guzman

Asesor

Dr. Felix Esteban Airahuacho Bautista

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

INFORMACION

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACION
Edinson Collas Ostos	47590618	12/01/2024
Ivan Rafael Ramos Guzman	40816315	12/01/2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Felix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	0000-0001-7484-0449
DATOS DE LOS MIEMBROS DEL JURADO – PREGRADO/POSGRADO – MAESTRIA – DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Hilario Noberto Pujada Abad	15603577	0000-0003-4939-6774
Gladys Vega Ventocilla	23014434	0000-0002-5009-2607
Angel Gerardo Vasquez Requena	46579737	0000-0001-7034-5133

Evaluación del efecto del macho en cuyes (*Cavia porcellus*) hembras nulíparas aplicando la ganadería de precisión

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	2%
2	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Chester College of Higher Education Trabajo del estudiante	<1%
4	Submitted to Infile Trabajo del estudiante	<1%
5	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1%
7	stud.epsilon.slu.se Fuente de Internet	<1%
8	rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNICA

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MACHO EN CUYES (*Cavia
Porcellus*) HEMBRAS NULIPARAS APLICANDO LA GANADERIA
DE PRECISIÓN”**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

**M(o) Hilario Noberto Pujada Abad
Presidente**

**M(o) Gladys Vega Ventocilla
secretario**

**Mg.Sc. Angel Gerardo Vasquez Requena
Vocal**

**Dr. Felix Esteban Airahuacho
Bautista Asesor**

DEDICATORIA

Dedicamos la tesis a nuestros padres, quienes confiaron incondicionalmente en nuestra persona, motivándonos siempre a seguir adelante.

A nuestro asesor quien nunca dejo de apoyarnos, aun sin importar que muchas veces no le consultara en el tiempo debido.

En especial al Ing. Miguel Lucho Cerga quien siempre estuvo pendiente en todo momento durante el desarrollo de la tesis

Y a todos los que nos apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Edinson Collas Ostos e Ivan Rafael Ramos Guzmán

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer al Dr. Félix Esteban Airahuacho Bautista por brindarnos su valioso tiempo en el asesoramiento de la realización de la tesis.

A los productores por su paciencia y facilidad en la obtención de los animales experimentales.

Al Ing. Miguel Lucho Cerga y M.V.Javier Luyo Flores por su apoyo durante el desarrollo del proyecto guiándonos con su experiencia obtenido en campo a lo largo de su trayectoria profesional.

Edinson Collas Ostos y Ivan Rafael Ramos Guzman

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema	1
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.5. Delimitacion del estudio	4
CAPITULO II. MARCO TEORICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1. Investigaciones internacionales	5
2.1.2. Investigaciones nacionales	6
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1 Anatomía y fisiología del Aparato reproductor del cuy macho.....	6

2.2.2 Anatomía del aparato reproductor del Cuy Hembra:	8
2.2.3. Comportamiento reproductivo de los cuyes.....	8
2.2.4 Sistema de empadre y efecto macho	11
2.2.5 Generalidades de la ganadería de precisión	13
2.3. Definición de términos básicos.....	14
2.4. Hipótesis de investigación	15
2.4.1. Hipótesis general	15
2.4.2. Hipótesis específicas	16
CAPITULO III. METODOLOGIA.....	18
3.1. Gestión del experimento.....	18
3.1.1.Ubicación	18
3.1.2 Características del área experimental	18
3.1.3. Tratamientos	18
3.1.4 Diseño experimental	19
3.1.5. Variables evaluadas	19
3.1.6. Conducción del experimento.....	20
3.2. Técnicas para el procedimiento de la información.....	22
CAPITULO IV. RESULTADOS	23
4.1. Parametros reproductivos durante el empadre	23
4.2. Parametros productivos durante el parto.....	28

CAPITULO V. DISCUSIONES.....	31
5.1. Parametros reproductivos durante el empadre	33
5.2. Parametros reproductivos durante el parto.....	32
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1. Conclusiones	34
6.2. Recomendaciones	34
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
ANEXOS	44

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de los animales según los tratamientos evaluados	19
Tabla 2. Parámetros productivos de las hembras apareadas en los tres sistemas de empadre	30

Índice de figuras

Figura 1. Representación esquemática del posible impacto de los estímulos sociosexuales sobre la fisiología reproductiva (efecto macho y hembra) (modificado de Hawken & Martin,2012).	12
Figura 2. Croquis de la distribución de las jaulas de empadre	21
Figura 3. Sección de descanso de cuyes machos	21
Figura 4. Efecto macho en hembras nulíparas sobre la presentación de celo desde el inicio hasta los 15 días de empadre.	23
Figura 5. Efecto macho en hembras nulíparas sobre el horario de presentación de celo desde el inicio hasta los 15 días empadre	24
Figura 6. Efecto macho en hembras nulíparas sobre la frecuencia de los celos repetidos en los tres sistemas de empadre	25
Figura 7. Numero de copulas por hembra apareada según el sistema de empadre utilizado	26
Figura 8. Días vacíos de las hembras desde el inicio del empadre hasta el momento que fueron apareados.	27
Figura 9. Duración de la gestación registrado desde el momento del empadre hasta el momento del parto.	28
Figura 10. Horario de la presentación del parto en hembras nulíparas según el sistema de empadre.	29

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de la exposición visual del macho sobre la presentación de celo en cuyes hembras nulíparas, basados en la hipótesis que señales sensoriales influyen sobre el rendimiento reproductivo del macho y la hembra. Metodología: Tres técnicas de empadre fueron evaluadas: 1) empadre continuo, 2) empadre controlado con exposición visual previa del macho durante 14 días, y 3) siete días. Cada tratamiento estuvo conformado por tres réplicas. Cada replica estuvo formada por ocho hembras (peso: 694 ± 64 g; edad: 63 ± 3 d). Iniciado el empadre, los cuyes machos (peso: 900 ± 50 g; edad: 73 ± 4 d) en los tratamientos 2 y 3 eran rotados cada tres días. Cámaras de video ubicadas en sitios estratégicos realizaron grabaciones desde el inicio del empadre hasta el momento del parto. Resultados: La exposición del macho por 14 días aumento la frecuencia del celo entre los 5 y 10 días ($P < 0.05$), sin embargo, la exposición por 7 días disminuyó los casos de celos repetidos ($P < 0.05$), los casos de copulas entre 10 y 20 veces por hembra ($P < 0.05$) y los casos con días vacíos entre 15 a 20 días o más ($P < 0.05$). El empadre continuo mostró presentación de celo homogéneos durante los primeros 15 días, menor frecuencia de celos repetidos ($P < 0.05$), mayor frecuencia de numero de cópulas por hembra entre 5 a 10 veces ($P < 0.05$) y menor proporción de hembras con días vacíos entre 15 a 20 días o más ($P < 0.05$). Numéricamente, las hembras expuestas previamente al macho durante 14 días antes del empadre mostraron mayor duración de gestación y tuvieron menor tamaño y peso de camada. Conclusiones: Entre las dos técnicas de exposición, exponer al macho por 7 días sería la mejor alternativa para mejorar los parámetros reproductivos.

Palabras claves: Celos, pubertad, efecto macho, ganadería de precisión, reproducción

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of visual exposure of the male on estrus presentation in nulliparous female guinea pigs, based on the hypothesis that sensory cues influence male and female reproductive performance. **Methodology:** Three mating techniques were evaluated: 1) continuous mating, 2) controlled mating with previous visual exposure of the male for 14 days, and 3) seven days. Each treatment consisted of three replicates. Each replicate consisted of eight females (weight: 694 ± 64 g; age: 63 ± 3 d). At the beginning of mating, male guinea pigs (weight: 900 ± 50 g; age: 73 ± 4 d) in treatments 2 and 3 were rotated every three days. Video cameras placed in strategic locations recorded from the beginning of mating until the time of parturition. **Results:** Male exposure for 14 days increased estrus frequency between 5 and 10 days ($P < 0.05$), however, exposure for 7 days decreased cases of repeated estrus ($P < 0.05$), cases of copulations between 10 and 20 times per female ($P < 0.05$) and cases with empty days between 15 to 20 days or more ($P < 0.05$). Continuous mating showed homogeneous estrus presentation during the first 15 days, lower frequency of repeated estrus ($P < 0.05$), higher frequency of number of copulations per female between 5 to 10 times ($P < 0.05$) and lower proportion of females with empty days between 15 to 20 days or more ($P < 0.05$). Numerically, females previously exposed to the male for 14 days before mating showed longer gestation duration and had lower litter size and weight. **Conclusions:** Between the two exposure techniques, exposing the male for 7 days would be the best alternative to improve reproductive parameters.

Key words: Estrus, puberty, male effect, precision livestock farming, reproductivo

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Mejorar el rendimiento reproductivo es uno de los principales retos en todo sistema de producción animal. En la producción de cuyes existen dos sistemas de empadre: sistema continuo y controlado. En el sistema continuo el macho siempre está presente, y cubre a las hembras según la presentación del celo. El sistema controlado es muy poco practicado, y generalmente se basa en poner al macho durante 15 días, basado a la duración natural del ciclo estral del cuy de 16 días (Grégoire et al., 2012). Adicionalmente se coloca 15 días más para asegurar que las hembras sean cubiertas en el segundo celo. Esto quiere decir, que se tendría un intervalo de nacimientos, en un intervalo de tiempo de 30 días.

La aplicación de estas técnicas de empadre posiblemente afecte el vigor sexual del macho y la calidad espermática en cada eyaculado, que se verá reflejado en menor fertilidad, alargamiento del tiempo de parto a parto y el tamaño de camada. Una manera de mejorar estos parámetros sería la identificación del comportamiento de la hembra en celo y el comportamiento del macho, y su efecto en el parámetro reproductivo (fertilidad, tiempo de gestación, tamaño de camada, uniformidad de camada, uniformidad en la presentación del parto).

En la ganadería tradicional, muchas de las decisiones se basan únicamente en la experiencia del productor (García et al., 2020). Actualmente se viene utilizando la ganadería de precisión, que es la ciencia que busca mejorar el rendimiento y ayudar en la toma de decisiones de gestión utilizando herramientas de análisis computarizados (Singh et al., 2020). Monitorear a los animales mediante cámaras de video permitirá observar detalles de las características del comportamiento reproductivo del cuy, como la frecuencia de apareo, número de copulas, etc., analizando las respuestas biológicas o de comportamiento en cámara lenta o cuadro por cuadro (García et al., 2020).

1.2. Formulación del problema

Basado en la descripción de la realidad problemática, formulamos el siguiente problema:

1.2.1. Problema general

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre el comportamiento y parámetros reproductivos?

1.2.2. Problemas específicos

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre la presentación de celo después de iniciado el empadre?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre el horario de presentación de celo?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre la repetición de celo?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre el número de copulas por hembra apareada?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre el horario del parto?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre la duración de la gestación?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre los días vacíos desde el inicio del empadre hasta el momento del apareamiento?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre el tamaño y peso de camada?

¿El efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas influye sobre el número de gazapos nacidos vivos?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre el comportamiento y parámetros reproductivos, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre la presentación de celo después de iniciado el empadre, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre el horario de presentación de celo, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre la repetición de celo, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre el número de copulas por hembra apareada, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre el horario del parto, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre la duración de la gestación, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre los días vacíos desde el inicio del empadre hasta el momento del apareamiento, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre el tamaño y peso de camada.

Evaluar la influencia del efecto macho en cuyes (*Cavia Porcellus*) nulíparas sobre el número de gazapos nacidos vivos.

1.4. Justificación de la investigación

La eficiencia reproductiva es un factor importante que afecta la rentabilidad en un sistema de producción. En cuyes, el sistema de empadre continuo, en la que el macho está siempre presente, es el más utilizado debido a que se aprovecha el celo post parto de la hembra. Sin embargo, la presencia continua del macho podría ocasionar un desgaste de su capacidad

reproductiva que se relacionaría con indicadores reproductivos menos eficientes observado en la camada de la hembra (tamaño de camada, duración de la gestación, días no productivos, etc.).

La aplicación del concepto de la ganadería de precisión, empleando cámara de video en sitios estratégicos del área experimental permitirá determinar con mayor exactitud los parámetros reproductivos, como el comportamiento de la hembra en celo, el número de copulaciones de la hembra con el macho, etc. Estos parámetros serán recabados de grabaciones en unidades experimentales en las que se aplicará el empadre continuo, en la que consiste en poner al macho dentro de la jaula de empadre en contacto físico directo; y en empadres controlados, en las que el macho tendrá una previa exposición audiovisual con las hembras durante 7 y 14 días previos al empadre, mas no contacto físico directo. El manejo planteado disminuiría el desgaste del macho que se reflejaría en parámetros reproductivos eficientes de la hembra.

1.5. Delimitación del estudio

El experimento fue realizado en una instalación experimental particular de la familia Collas Ostos, ubicado en la ciudad de Huaura, distrito y provincia de Huaura, Región Lima. Las coordenadas geográficas del sitio de investigación, en grados decimales es de -11.0689 latitud, -77.6026 longitud y 67 m altitud (Prediction Of Worldwide Energy Resource [POWER], 2023). El experimento se realizó entre octubre del 2018 (inicio del empadre) y febrero del 2019 (último parto de hembras evaluadas).

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Araníbar & Echevarría (2014) determinaron el número promedio de folículos que llegan a ovular en cuyes de las razas Andina y Perú, con el fin de saber si la diferencia en el tamaño de camada entre estas razas se debe, en parte, al número de ovulaciones. Se consideró como día 0 del ciclo estral el día de la ovulación, el cual se determinó mediante citología vaginal y ausencia de la membrana vaginal. En la raza Andina se encontró 3.6 ± 0.9 cuerpos lúteos y en la Perú se encontró 2.8 ± 0.9 cuerpos lúteos. La diferencia en el tamaño de camada entre las dos razas se debería que la raza Andina tiene mayor número de ovulaciones por ciclo estral que la raza Perú.

Grégoire et al. (2012) investigaron métodos sencillos para obtener la ovulación sincronizada en cuyes en condiciones de cría respetando el bienestar animal. La actividad luteolítica de tres diferentes análogos de prostaglandinas F2alpha (PGF2 α) (D-cloprostenol, D L-cloprostenol y luprostiol) y un tratamiento diario con progestágeno oral (altrenogest) fueron evaluados sucesivamente en diferentes etapas del ciclo estral en el mismo grupo de hembras durante un período de 8 meses. La duración del ciclo estral no se modificó por la administración de análogos de PGF2 α . Los investigadores rechazan el uso del análogo de PGF2 α para inducir la sincronización práctica del estro en esta especie. Las hembras que recibieron oralmente por día altrenogest durante 15 días, la ovulación se produjo a los $4,43 \pm 0,13$ días después del final del tratamiento. El tratamiento con altrenogest fue seguido por el apareamiento. No se observaron impactos negativos del tratamiento sobre las tasas de preñez, las tasas de parto y el tamaño de la camada.

Cadena-Villegas et al. (2018) evaluaron la bioestimulación con “efecto macho” y su respuesta en la sincronización del estro en ovejas de lana con un protocolo basado en aplicación de prostaglandinas (PGF2 α) en época reproductiva. Se utilizaron ovejas adultas Suffolk y Rideau Arcott, las cuales se distribuyeron al azar a uno de dos tratamientos (T): T1, n= 25: ovejas testigo, sincronizadas con dos aplicaciones de PGF2 α con intervalo de siete días, y T2, n= 28: similar al T1, pero con la diferencia de que el carnero se introdujo en el día cuatro, de la primera aplicación de PGF2 α , para realizar el EM. No se encontraron diferencias en la respuesta al estro, los porcentajes de gestación y parición, y la fertilidad

entre tratamientos. El inicio del estro, la prolificidad y la fecundidad fueron mayores en las ovejas del T2 con respecto a las hembras del T1. Se concluye que la bioestimulación con “efecto macho” en ovejas sincronizadas con un protocolo basado en prostaglandinas mejora el inicio del estro, la prolificidad y la fecundidad en razas de lana.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Velásquez et al. (2017) evaluaron el efecto de tres tipos de empadre sobre parámetros reproductivos. Se utilizaron 210 cuyes hembras y 30 machos reproductores en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de tres tipos de empadre (postparto, posdestete y posdescanso) x dos tipos de alimentación (forraje verde, forraje verde más suplemento). El estudio comprendió la evaluación de las reproductoras durante el segundo y tercer parto. Se encontró efecto del tipo de empadre sobre las variables peso al nacimiento, número de partos al año y uso eficiente del celo. La interacción tipo de alimento por tipo de empadre fue significativa, indicando que la suplementación tiende a mejorar la tasa de fertilidad, el tamaño de camada y el índice de productividad anual en el empadre postparto y tiende a reducirlo en los empadres posdestete y posdescanso proporcionalmente al tiempo transcurrido desde el parto al inicio del empadre.

Vega & Pujada (2012) al estudiar el efecto de la presencia del macho en la sincronización del celo en cuyes, utilizando 24 hembras y 3 machos (proporción 1:8) de 2.5 a 3 meses de edad, reportaron menores días al parto en hembras en presencia permanente del macho dentro de la poza (65.75) comparado con partos de hembras en contacto visual al macho, separados por una malla metálica por 8 días (68.63) y 16 días (70.13). Asimismo, no encontraron diferencias estadísticas en el número de crías por parto, concluyéndose que no hubo efecto favorable con presencia visual del macho previo al empadre sobre los parámetros evaluados.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fisiología del aparato reproductor del cuy macho

Stan (2015) utilizando 10 individuos machos describió macroscópicamente el aparato reproductor masculino del cuy de la siguiente manera:

Todos los individuos presentaban una amplia abertura del anillo inguinal. El testículo ovoide muestra un epidídimo bien desarrollado y una cantidad considerable de tejido

adiposo circundante. El glande del pene está bien representado, estando presente un pequeño pene dentro de la superficie dorsal de toda la longitud del glande. Las vesículas seminales son las glándulas sexuales accesorias más desarrolladas, presentando un patrón enrollado, de terminación ciega, y extendiéndose hasta la cavidad abdominal. La próstata y las glándulas coagulantes están situadas en la base de las vesículas seminales en estrecha relación. La próstata se compone de dos lóbulos, dorsal y ventral, unidos por un istmo transversal. Las glándulas bulbouretrales eran pequeñas, ovoides y lobuladas. Tanto las gónadas como las glándulas sexuales accesorias estaban bien desarrolladas. (p.288).

Según Gupta (1977) el logro de la madurez sexual es un proceso complejo que requiere la maduración y la interacción no sólo de las gónadas y el aparato reproductor, sino también de la hipófisis y, esencialmente, de los mecanismos neuroendocrinos que controlan en última instancia la secreción de gonadotropinas. La testosterona es la principal hormona reproductiva en los machos vertebrados (Auer et al., 2020), y en el macho, a partir de los 30 días de edad, los niveles de testosterona se muestran incrementados (Sisk, 1976). Según Hill et al. (2012):

La producción de la testosterona en los testículos es controlada por las gonadotropinas hipofisarias, mientras que la producción de la esperma es controlada por ambas gonadotropinas y la testosterona. La hormona liberadora de gonadotropinas (HLG) es liberada por el hipotálamo, y la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) son secretadas por la hipófisis anterior. Las células de Leydig son los tejidos objetivo de la LH, que se liga a sus receptores en la membrana plasmática, estimulando a las células a producir y secretar testosterona. Las células de Sertoli son el tejido objetivo de la FSH y también son influenciadas por la testosterona de las células de Leydig. La FSH y la testosterona en conjunto estimulan a las células de Sertoli a secretar sustancias paracrinas que promueven la proliferación y diferenciación de las células espermáticas. (p.445).

La testosterona promueve la conducta territorial, el cortejo y el comportamiento sexual, así como la producción de esperma y de rasgos sexuales secundarios (Hau, 2007). En la edad adulta, el aumento de los niveles circulantes de testosterona activa la atracción hacia las quimioseñales femeninas (Petrulis, 2013). Según Hill et al. (2012):

La testosterona secretada para la circulación general es responsable de la masculinización de muchos tejidos, y en la pubertad, promueve el crecimiento del pene y de los testículos, además de contribuir con el mantenimiento de la fuerza muscular durante toda la vida. (p.445).

La exposición de las hembras estimulara en el macho un aumento notable en la secreción de hormona luteinizante y testosterona (Hart, 1983). Según este autor, la notable sensibilidad de los reflejos peneanos a las fluctuaciones de la concentración sanguínea de testosterona se asocia con el apareamiento. Los reflejos peneanos se potencian por el aumento de testosterona que se produce en respuesta a las señales de relevancia sexual y desempeñan un papel en la competencia espermática durante los encuentros de apareamiento entre varios machos.

El cuy macho es considerado maduro sexualmente aproximadamente a partir de los 70 días de edad basado en la apariencia uniforme de los espermatozoides durante el electroeyaculado (Sisk, 1976). En el estudio de Freund (1962) con 23 cuyes machos, el 9% de los individuos tuvo eyaculados a los 42 días de edad, el 50% a los 77 días y el 100% a los 126 días de edad. Asimismo, la motilidad espermática recién se observó en todos los eyaculados a partir de los 105 días de edad, mientras que el volumen medio del eyaculado aumento de 0.06 ml a 0.61 ml a los 28 y 77 días de edad, no observándose aumento significativo adicional en el volumen hasta los 144 días de edad.

2.2.2. Anatomía del aparato reproductor del cuy hembra

Según Hargaden y Singer (2012), la morfometría del aparato reproductor de la hembra es de la siguiente manera:

Los ovarios intraperitoneales miden entre 3-6 mm por 2-4 mm por 2-3 mm. El ovario derecho se encuentra caudolateral al riñón derecho mientras que el izquierdo se encuentra craneolateral al riñón izquierdo. Los oviductos miden 50-60 mm de largo y 1 mm de diámetro. El útero es bicorne y consta de dos cuernos uterinos de 30-50 mm de longitud y 3 mm de diámetro cada uno, un cuerpo uterino corto de aproximadamente 12-20 mm de longitud y 6 mm de diámetro y un único orificio cervical. La vagina mide 30-40 mm de largo y presenta crestas longitudinales prominentes.

La vagina tiene forma de U y está sellada por una membrana epitelial que se rompe justo antes del inicio del celo y se vuelve a formar tras la ovulación, además se abre durante el parto y entre los días 20 y 35 de gestación, generalmente días 26 ó 27 (Weir, 1974). El ovario es el órgano principal de la reproducción al producir los óvulos y la secreción de hormonas, mientras que los oviductos reciben y transportan el óvulo al cuerno uterino donde se realiza la fecundación de los óvulos (Hölting, 2009).

2.2.3. Comportamiento reproductivo de los cuyes

En las hembras, la pubertad se inicia con el primer celo. Young et al. (1939) al estudiar detalladamente la medición de la pubertad observaron que la edad de presentación del primer celo vario entre 33 a 134 días, con un promedio 67,8 días. Además, la duración promedio de cada uno de los dos primeros períodos de celo fue más corta que la de los siguientes (atribuido a una menor sensibilidad a la acción hormonal de los animales jóvenes que previamente no han entrado en celo). Mills y Reed (1971) encontraron una estrecha correlación entre la tasa de crecimiento y la edad del inicio de la pubertad.

La ovulación en la hembra es espontánea y presenta celo durante todo el año (Shomer et al., 2015). El número de folículos que alcanzan la madurez y ovulan es de 3,34 y se divide uniformemente entre los dos ovarios (Hermreck y Greenwald, 1964). La presencia continua del macho permite que el apareamiento se produzca durante el celo posparto fértil y puede dar lugar a una media de cinco camadas por hembra al año, sin embargo, bajo estas condiciones, la hembra sufre caída del pelo provocando una alopecia parcial (Shomer et al., 2015).

El ciclo estral o intervalo de tiempo entre la aparición de un celo y el siguiente es de aproximadamente 16 días, pero puede oscilar entre 13 y 21 días (Hargaden y Singer, 2012). Según estos autores describen a las cuatro fases del ciclo estral de la siguiente manera:

El proestro dura entre 1 y 1,5 días y se caracteriza por hinchazón vulvar y rotura de la membrana de cierre vaginal, observándose persecución de la hembra a sus compañeros de jaula, balanceando sus cuartos traseros y emitiendo sonidos guturales. El estro dura entre 8 y 11 horas y frecuentemente ocurre durante la noche. El estro se caracteriza por hinchazón vaginal, congestión, secreción mucosa y membrana vaginal perforada. Las hembras pueden presentar lordosis. La ovulación es espontánea y suele ocurrir al

final del período estral, aproximadamente a las 10 horas. El metaestro dura aproximadamente 3 días y tiene tres fases distintas: una fase inicial en la que las secreciones vaginales se vuelven espesas y los vasos vaginales y uterinos se congestionan, una fase posterior en la que el fluido vaginal es seroso y la congestión de los vasos aumenta notablemente y, por último, una fase en la que las descamaciones del epitelio vaginal y uterino que producen una ligera secreción de sangre. El diestro dura 11 a 12 días y se caracteriza por falta de congestión de los vasos y falta de secreción vaginal. (p.594).

Durante el apareamiento o cópula, el macho realiza una o dos intromisiones y luego eyacula (Shomer et al., 2015). Tras la finalización del coito es común observar el acicalamiento, el escurrimiento y el marcaje perianal del macho (Manning et al., 1984). La confirmación que hubo copula es la presencia de un tapón copulatorio o vaginal en la hembra o en el piso (Harkness et al. 2002). Entre el 60 y 85% de los apareamientos son fértiles, incluidos los postpartos (Harkness et al. 2002).

Según Hargaden y Singer (2012) los cambios hormonales durante el ciclo estral ocurren de la siguiente manera:

Aproximadamente 13 días después de la ovulación, el nivel de progesterona disminuye en el cuerpo lúteo y los folículos alcanzan la madurez. En este momento, la FSH aumenta y estimula la teca interna que promueve la síntesis de estrógeno por parte del folículo en desarrollo. La producción de estrógenos y los niveles basales de la LH facilitan un aumento del tamaño del folículo. Se produce un aumento de LH desde la hipófisis anterior y se produce la ovulación. (p.594).

El periodo de gestación dura una media de 68 días (oscila entre 59 y 72 días) (Shomer et al., 2015). Según Shomer et al. (2015), la preñez puede detectarse palpando suavemente el útero:

A los 15 días de gestación, pueden palparse en los cuernos uterinos unas hinchazones firmes y ovaladas de unos 5 mm de diámetro. Estos abultamientos aumentan de 7 a 15 mm de diámetro a los 25 días de gestación y a 25 mm a los 35 días de gestación. A partir de los 35 días pueden palparse partes individuales del cuerpo del feto. (p.254).

La duración de la gestación suele ser inversamente proporcional al tamaño de la camada (Harkness et al. 2002). Estos autores describen la etapa del parto de la siguiente manera:

A los 30 días de gestación, la placenta comienza a producir relaxina hasta el día 63 aproximadamente, una hormona responsable del aflojamiento de la sínfisis pélvica fibrocartilaginosa, que favorecerá la expulsión de las crías. Las hembras no construyen nidos. El periodo del parto es rápido, con intervalos de expulsión de 3 a 7 minutos y completando el parto en 30 minutos. La hembra limpia a los gazapos y se come las placentas. Los machos también se comen las placentas. La hembra parturienta presenta un estro posparto fértil aproximadamente entre 2 y 10 horas después del parto. (p.271)

Las crías nacen precoces, con el pelo, los dientes y los ojos y orejas abiertos, y son totalmente móviles (Shomer et al., 2015). El peso medio al nacer oscila entre 45 y 115 g, aunque aquellos que pesan menos de 50 g al nacer no suelen sobrevivir (Shomer et al., 2015). Shomer et al. (2015) describen los acontecimientos observados en el gazapo durante los primeros días de nacido:

Las crías no se amamantan durante las primeras 24 h, sin embargo, aunque comienzan a comer alimentos sólidos y beber agua a las pocas horas de nacer, puede haber una mortalidad de crías de hasta el 50% si las crías son de tamaño insuficiente o no reciben leche de una hembra durante los primeros 3 a 4 días de vida. La micción voluntaria no ocurre hasta que los gazapos tienen entre 7 y 14 días de edad. Las crías pueden ser destetadas a los 14 días, pero normalmente se destetan a los 21 días de edad.

2.2.4. Sistema de empadre y efecto macho

Los sistemas de empadres se diferencian por el tipo de celo que se aprovecha. El sistema de empadre continuo se caracteriza por mantener siempre al macho en el corral de empadre para aprovechar el celo posparto (Aliaga et al., 2009). La presencia continua del macho asegura una media de 5 camadas por hembra al año, sin embargo, si la hembra preñada se separa del macho antes del parto, el número medio de camadas por hembra año se reduce a 3,5 (Harkness et al. 2002).

El empadre controlado se caracteriza por el ingreso del macho días después iniciado el parto o también después del destete de los gazapos, esto favorece la obtención de crías más vigorosas, homogéneas y con mayor probabilidad de supervivencia (Bustamante, 1993).

La primera ovulación o comportamiento estral se considera el inicio de la pubertad en los mamíferos (Foster & Hileman, 2015). El desarrollo del peso corporal también influye en el inicio de la pubertad, que generalmente ocurre cuando las hembras alcanzan aproximadamente el 60% de su peso corporal adulto (Rosales-Nieto et al., 2014). La interacción socio-sexual entre machos y hembras también modifica el inicio de la pubertad (Espinoza-Flores et al., 2020).

La bioestimulación o efecto macho es utilizado para reemplazar la función de las hormonas exógenas y mejorar la eficiencia reproductiva (Hawken y Martin, 2012). El efecto estimulante del macho ha sido reconocido desde hace muchos años como una forma eficaz y barata para el control del empadre, así como una forma de inducir el inicio de la vida reproductiva en hembras jóvenes (Urrutia et al., 2000).

En ovejas, el “efecto macho” se refiere al estímulo que ejercen los carneros sobre las ovejas en anestro poco profundo, o en aquellas próximas al inicio de la estación de apareamiento (Ochoa, 1995), estimulando un proceso que culmina con la ovulación y la presentación de estros (De Lucas et al., 2008). La introducción o la presencia permanente de machos sexualmente activos, a cabras y ovejas prepúberes criadas en condiciones intensivas, induce la pubertad durante las temporadas de reproducción o no, mientras que la presencia de machos castrados o carneros sexualmente inactivos que muestran un comportamiento sexual bajo no induce la pubertad (Chasles et al., 2018). Asimismo, Ungerfeld (2011) encontró que el “efecto macho” junto con la segunda inyección de PGF2 α aumentaron el comportamiento del estro y el número de ovejas en estro, en comparación con dos inyecciones de PGF2 α sin “efecto macho”.

El “efecto macho” induce la ovulación por acción de las feromonas (Hawken & Martin, 2012). Las feromonas sustancias químicas utilizadas para comunicarse entre individuos de la misma especie, y se encuentran en todo el reino animal, enviando mensajes entre langostas que cortejan, pulgones alarmados, crías de conejos lactantes, termitas constructoras de montículos y hormigas que siguen los rastros (Wyatt, 2009).

Todos los mamíferos, particularmente los que viven en grandes grupos, están inmersos en un entorno social rico y complejo que está lleno de imágenes, sonidos y olores de sus vecinos, compañeros y crías (Wyatt, 2009). Estas entradas sensoriales, las señales sociosexuales, pueden alterar profundamente muchos procesos fisiológicos y conductuales,

incluida la reproducción (Ungerfeld, 2007). Las señales olfativas, conocidas como feromonas, son potentes estímulos sociosexuales y pueden estimular la secreción de hormona liberadora de gonadotropina / hormona luteinizante e inducir la ovulación en las hembras, incluso en ausencia de estímulos sociosexuales adicionales (Gelez et al., 2004). Según Hawken & Martin (2012), por ejemplo, la exposición a una posible pareja induce un aumento casi inmediato en la secreción de hormona liberadora de gonadotropina / hormona luteinizante, fenómenos denominados "efecto masculino" y "efecto femenino", respectivamente (Fig. 1).

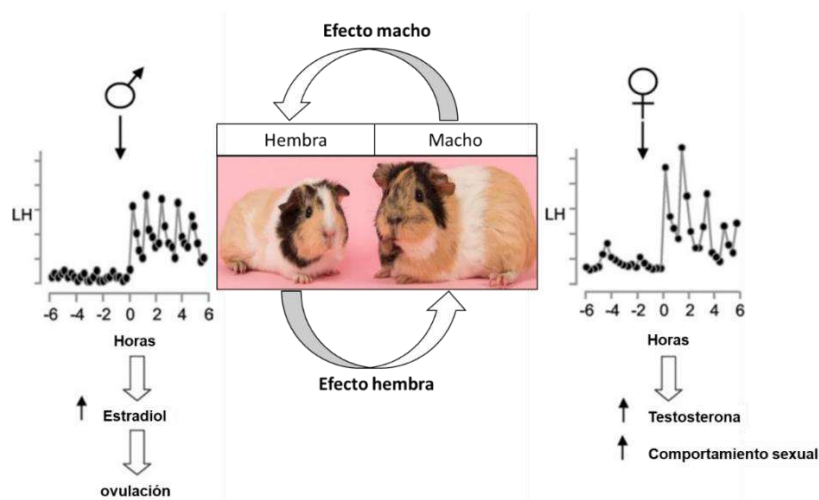


Figura 1: Representación esquemática del posible impacto de los estímulos sociosexuales sobre la fisiología reproductiva (efecto macho y hembra) (Modificado de Hawken & Martin, 2012).

2.2.5. Generalidades de la ganadería de precisión

En la ganadería tradicional, muchas de las decisiones, se basan únicamente en la experiencia del productor (García et al., 2020), mientras que una ganadería que aplica tecnología realiza investigaciones, y con la ayuda de estadística, compara promedios de los rendimientos entre diferentes grupos para la toma de decisiones (Berckmans, 2014). Sin embargo, aunque la genética selecciona individuos con rasgos lo más uniforme posible, cada individuo responde de manera diferente a las diversas condiciones y cambios ambientales (Berckmans, 2017).

En los últimos años, la ganadería de precisión (GP) ha cobrado gran interés debido a su papel potencial en el desarrollo de sistemas de producción ganadera sostenibles (Marino et al., 2023). La GP es un enfoque holístico que agrega tecnologías de la información y la

comunicación (TIC) para mejorar el proceso de producción (García et al., 2020). Con la aplicación de la GP, la toma de decisiones se respalda en datos cuantitativos que pueden ser obtenidos en tiempo real (García et al., 2020).

La GP incorpora avances tecnológicos como parte del proceso de gestión para monitorear de manera continua y automatizada el comportamiento animal, enfatizando la individualidad (Norton et al., 2019). Según Berckmans (2006) la GP es una herramienta de apoyo que no pretende sustituir al agricultor, se enfoca en el animal como parte principal del proceso, y requiere de condiciones ideales para los procesos de seguimiento y control. La toma de decisiones utilizando GP puede mejorar el bienestar animal, la eficiencia alimenticia, el uso y el rendimiento de los antibióticos, reducir las emisiones del ganado y mejorar la estabilidad económica de las áreas rurales (Pomar et al., 2019).

Según McGlone (1986) el monitoreo por cámara generalmente se usa para observaciones detalladas de las características de las respuestas de comportamiento, como la frecuencia de aparición, la duración, la velocidad, la aceleración, etc., ya que el muestreo focal podría dar lugar a grandes errores estándar que podrían generar resultados inexactos. Según Tzanidakis et al. (2021), el comportamiento registrado se puede analizar de la siguiente manera:

A cámara lenta o cuadro por cuadro, para analizar respuestas biológicas individuales, como peleas individuales y patrones de comportamiento o interacciones como mordeduras, o una velocidad más rápida para el análisis general de la actividad, como la clasificación del comportamiento de pie y acostado de los animales. Pocas cámaras por encima del corral proporcionan un campo de visión completo según el tamaño del corral y las especificaciones de la cámara (lente de zoom y estabilización de imagen, análisis de enfoque, fotogramas por segundo, etc.), y pueden ser lo suficientemente eficientes para toda la recopilación de datos de imágenes necesaria. (p.3).

2.3. Definición de términos básicos.

Se definen conceptualmente los principales términos que serán utilizados en la investigación: variables, dimensiones, indicadores, unidad de análisis.

Tamaño de camada al nacimiento: Es el número total de crías obtenidas en un parto, comprende el total de crías nacidos vivos y muertos

Días de gestación: Es la cantidad de días transcurridos desde la copula hasta el día del parto.

Partos uníparos: Son partos en la que se obtiene una sola cría por madre

Partos bíparos: Son partos en la que se obtiene dos crías por madre

Partos múltiparas: Son los partos en los que se obtiene tres a más crías por madre.

Partos distócicos: Se llama así a aquellos partos en los que hay determinadas complicaciones que requieren de la intervención médica para que el alumbramiento se produzca sin riesgos. Los problemas pueden ser de origen fetal, materno o de los anexos fetales (placenta, cordón umbilical, líquido amniótico).

Prolapso Uterino: Ocurre cuando los músculos y los ligamentos del suelo pélvico se estiran y se debilitan, por lo que dejan de proporcionar un sostén adecuado para el útero. En consecuencia, el útero se desliza hacia la vagina o sobresale de ella.

Peso de camada al nacimiento: Es el peso total de las crías nacidas expresado en kg

Relación peso camada/peso de la madre: Peso total de la camada entre el peso de la madre al momento del parto

Celo: Es el momento donde la hembra acepta sin ninguna inconveniencia al macho, o también la hembra se siente inquieta molestando o intentando montar a otras hembras o viceversa. Esta hace un comportamiento denominado lordosis.

Tasa de fertilidad: Proporción de hembras preñadas respecto a hembras empadradas.

Tasa de natalidad: es la cantidad de nacimientos ocurridos en relación con la población actual en un determinado de tiempo, se mide en términos porcentuales

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

HGn: La exposición del macho en empadre controlado NO influye sobre el comportamiento y parámetros reproductivos, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

HGa: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre el comportamiento y parámetros reproductivos, aplicando el concepto de ganadería de precisión.

2.4.2. Hipótesis específicas alternas

HE1: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre la presentación de celo después de iniciado el empadre en cuyes hembras nulíparas.

HE2: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre el horario de presentación de celo en cuyes hembras nulíparas.

HE3: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre la repetición de celo en cuyes hembras nulíparas.

HE4: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre el número de copulas por hembra nulípara apareada.

HE5: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre el horario del parto.

HE6: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre la duración de la gestación.

HE7: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre los días vacíos desde el inicio del empadre hasta el momento del apareamiento.

HE8: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre el tamaño y peso de camada.

HE9: La exposición del macho en empadre controlado SI influye sobre el número de gazapos nacidos vivos.

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable Independiente (X): Empadre	X ₁ : Empadre continuo	Presencia continua del macho
	X ₂ : Exposición previa 14 días	Empadre controlado con exposición previa del macho de 14 días
	X ₃ : Exposición previa siete días	Empadre controlado con exposición previa del macho de siete días
Variables Dependientes (Y): Parámetros reproductivos	Y ₁ : Presentación de celo	Hembra tolerante a la monta
	Y ₂ : Horario de celo	Celo (%) según el horario del día
	Y ₃ : Repetición de celo	Síntomas de celo posterior al 1er celo
	Y ₄ : Número de cópulas	Monta con lamida de genitales
	Y ₅ : Horario de parto	Parto (%) según el horario del día
	Y ₆ : Duración de gestación	Desde la copula hasta el parto
	Y ₇ : Días vacíos	Ingreso del macho hasta el apareamiento
	Y ₈ : Tamaño y peso de camada	Conteo y pesaje de las crías durante el parto
	Y ₉ : Gazapos nacidos	Conteo de las crías durante el parto

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1. Gestión del experimento

3.1.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en una granja experimental particular de la familia Collas Ostos, ubicado en la ciudad de Huaura, distrito y provincia de Huaura, Región Lima. Las coordenadas geográficas del sitio de investigación, en grados decimales es de -11.0689 latitud, -77.6026 longitud y 67 m altitud (Prediction Of Worldwide Energy Resource [POWER], 2023). Los datos mensuales de temperatura, humedad relativa y velocidad de viento se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Parámetros climatológicos en el sitio de investigación.

Meses	Temperatura	Humedad relativa	Velocidad del viento
Octubre	18.32	71.38	5.26
Noviembre	19.23	71.62	4.64
Diciembre	20.12	73.38	5.81
Enero	21.61	74.5	4.81
Febrero	22.92	74.75	5.23
Promedio	20.44	73.13	5.15

Fuente: POWER (2023)

3.1.2. Características del área experimental

El área experimental fue de 100 m². En su contorno se construyó el galpón con palos de eucalipto y manta arpillera negra, y se dividió en dos partes, un área de recría o levante y otro de empadre.

Se utilizaron cuatro jaulas elevadas de con un área de 1.50 m² c/u para la etapa de recría o levante; para la etapa de empadre se utilizaron nueve jaulas de 1.42 m² c/u para el empadre y cuatro jaulas individuales de 0.16 m² para los machos que estarán en exposición visual junto a las jaulas de las hembras.

En el área de empadre se colocó una cámara de video para cada tratamiento evitando los puntos ciegos. La cámara realizó grabaciones durante toda la etapa de empadre.

3.1.3. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tratamiento control (T₀): Empadre continuo con presencia del macho durante toda la etapa reproductiva.

Tratamiento 1 (T₁): Empadre controlado con exposición previa del macho durante 14 días.

Tratamiento 2 (T₂): Empadre controlado con exposición previa del macho durante siete días.

La distribución de los animales según los tratamientos evaluados se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Distribución de los animales según los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Tipo de empadre	Replicaciones	Reproductores, N°	
			Hembras	Machos
T ₀	Continuo	3	24	3
T ₁	Exposición del macho por 14 días*	3	24	9
T ₂	Exposición del macho por 7 días*	3	24	9

* Previo al empadre, con 3 machos por poza. Cada macho rota cada 3 días después de iniciado el empadre

El peso mínimo para iniciar el empadre fue de 694 ± 64 g para las hembras y 900 ± 50 g para los machos. La edad promedio fue de 63 ± 3 d y 73 ± 4 para las hembras y machos respectivamente.

3.1.4. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue el diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres replicaciones por cada tratamiento, generando nueve unidades experimentales. Cada unidad experimental o replica estuvo formada por ocho hembras en edad de apareamiento.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : es la respuesta

μ : es la media general de la evaluación

τ_i : es el efecto del tratamiento

ε_{ij} : es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij}

3.1.5. Variables evaluadas

Las variables dependientes, determinadas observando las grabaciones, y a cámara lenta, fueron las siguientes:

Presentación de celo: Se consideró que un cuy hembra está en celo, cuando esté en reflejo de tolerancia a la monta y se deje montar por el cuy macho.

Horario de presentación de celo: La presentación de celo fue categorizada en cuatro horarios: madrugada de 00:01 a 06:00, mañana de 06:01 a 12:00, tarde de 12:01 a 18:00 y noche de 18:01 a 24:00 horas.

Repetición de celo: Fueron las hembras que después de la presentación del primer celo, volvieron a presentar nuevamente los síntomas de celo.

Número de cópulas: Se consideró copulas, cuando el macho logró una monta verdadera, asumiendo que el macho se lame los genitales y la hembra también.

Horario del parto: La presentación del parto fue categorizada en cuatro horarios: madrugada de 00:01 a 06:00, mañana de 06:01 a 12:00, tarde de 12:01 a 18:00 y noche de 18:01 a 24:00 horas.

Duración de la gestación: Fue cuantificado (días) desde el momento de la copula hasta el momento del parto.

Días vacíos: Fue considerado desde el inicio del empadre hasta el momento del apareamiento

Tamaño y peso de camada: Son parámetros que fueron registrados al momento del parto.

Número de gazapos nacidos vivos: Se consideró nacidos vivos por algún tipo de movimiento en los gazapos iniciado el parto registrado por las cámaras y a los nacidos muertos sin ninguna señal de vida una vez nacido.

3.1.6. Conducción del experimento

La Investigación tuvo una duración de 3 meses aproximadamente, esperando que todas las hembras expuestas al macho tuviesen el parto correspondiente. Se consideró peso mínimo de 700 g de las hembras para ser expuestas al macho. Los cuyes machos en los tratamientos 1 y 2 fueron rotados cada tres días. La figura 2 muestra el croquis de la distribución de las jaulas experimentales según los tratamientos evaluados.

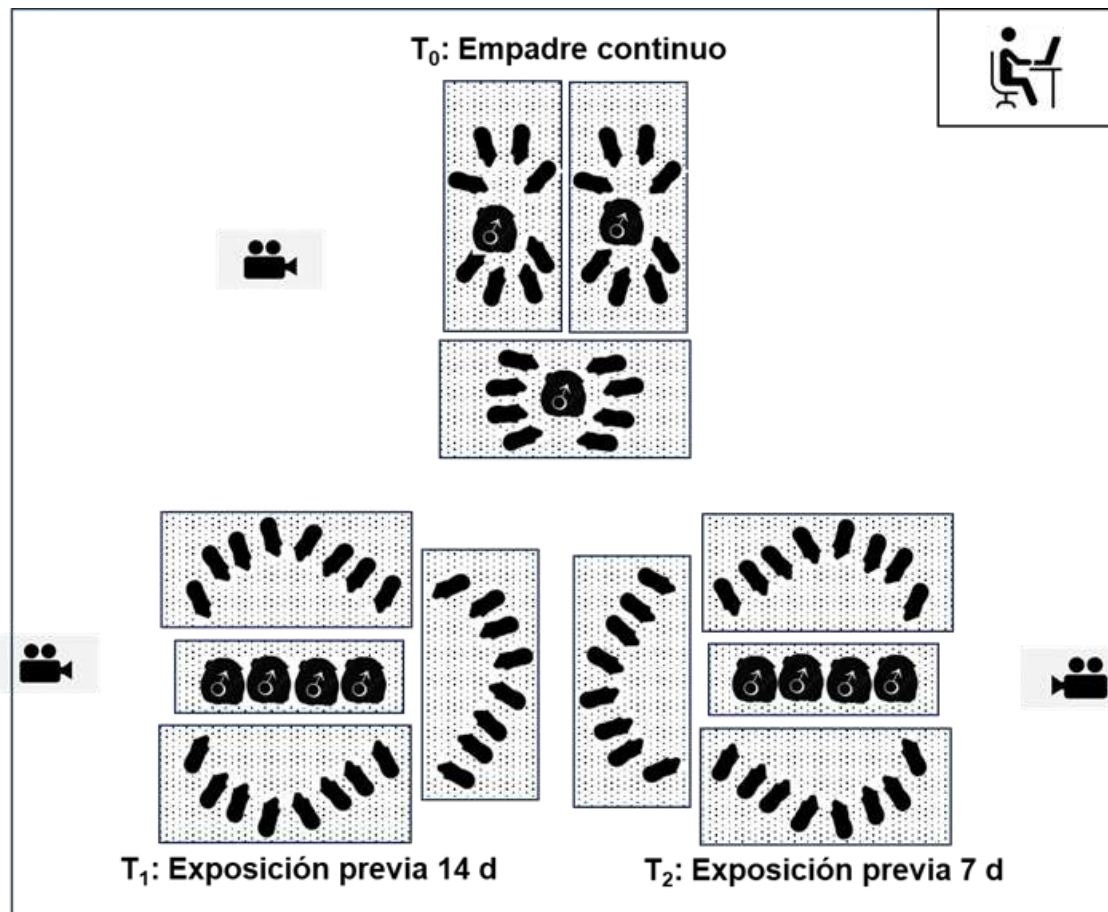


Figura 2. Croquis de la distribución de las jaulas de empadre

El área utilizada por cada hembra en la jaula de empadre fue de 0.15m^2 , siendo el área total de las jaulas de empadre 1.42m^2 . El área de las jaulas de exposición de los machos fue de 0.16m^2 por animal. Los reproductores machos estuvieron alojados en una sección, separado del área de empadre, por lo que fue denominado área de descanso de los reproductores machos. Según el tratamiento, los cuyes machos fueron movilizados de esta sección, hacia el área de empadre, y viceversa.

Las cámaras de video, ubicadas en las cuatro esquinas del galpón experimental, estuvieron conectadas a un centro controlado por una computadora. Los registros de video fueron almacenados en discos memoria de 1 TB de capacidad de almacenamiento.

Los animales fueron alimentados con alimento integral comercial peletizado que contenía 2.9Mcal/Kg de energía digestible, 90 % de materia seca, 19% de proteína bruta, 8% de fibra bruta, 1% de calcio, 0.8% de fósforo y 0.2% de sodio.

El alimento proporcionó el requerimiento de vitamina C y fibra mínima, por lo que no fue necesario proporcionar forraje verde. El agua fue suministrado a voluntad a través de un sistema de bebederos automáticos.

3.2. Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos recolectados fueron procesados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel). Los indicadores cualitativos durante el empadre fueron analizados con la prueba de proporciones de X^2 . Los parámetros productivos como el tamaño y peso de camada cumplieron con los presupuestos de normalidad y homogeneidad de variancias, por lo que fueron analizados un enfoque paramétrico (análisis de variancia y prueba de medias de Tukey). Los análisis estadísticos fueron ejecutados utilizando el programa estadístico JAMOV (2021), mientras que las figuras fueron elaboradas con R Core Team (2021).

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros reproductivos durante el empadre

La figura 3 muestra la frecuencia de presentación de celo desde el inicio de empadre hasta los 15 días después de iniciado el empadre. La prueba de proporciones encontró diferencias estadísticas para la presentación de celo por efecto del macho en los sistemas de empadre ($p < 0.05$). Cuando las hembras fueron expuestas al macho durante 14 días, el 67% de las hembras presentaron celo entre los 6 y 10 días de iniciado el empadre, mientras que, en los grupos de empadre continuo y exposición del macho por 7 días, solo el 37.5% presentó celo en este intervalo de tiempo. El 33% de las hembras del grupo continuo presentó celo entre los días 11 y 15 después de iniciado el empadre, porcentaje que fue estadísticamente similar a la proporción observada en el grupo expuesto al macho durante 7 días antes del empadre; mientras que, en el grupo expuesto al macho durante 14 días, solo el 8% de las hembras presentaron celo. No se observó diferencias estadísticas para la presentación de celo en los grupos de hembras para el intervalo de tiempo de 1 a 5 días.

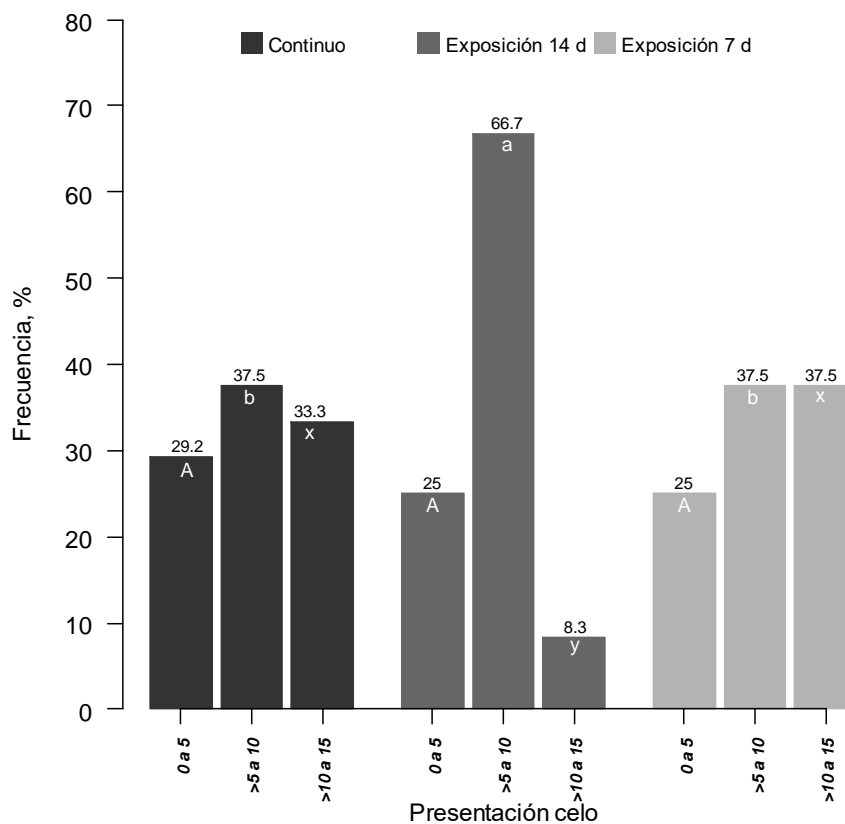


Figura 3. Efecto macho en hembras nulíparas sobre la presentación de celo desde el inicio hasta los 15 días de empadre.

La figura 4 muestra el horario de frecuencia de la presentación de celo desde el inicio de empadre hasta los 15 días después de iniciado el empadre. La prueba de proporciones encontró diferencias estadísticas para el horario de la presentación de celo por efecto del macho en los sistemas de empadre ($p < 0.05$). La frecuencia del horario de presentación de celo durante la madrugada, mañana y noche fueron similares en los sistemas de empadre continuo y exposición del macho por 7 días, sin embargo, las hembras del sistema de empadre continuo presentaron mayor proporción de celo en la tarde comparado con el grupo de exposición del macho por 7 días. Cuando las hembras fueron expuestas al macho por 14 días, las hembras presentaron celo preferentemente durante la tarde (proporción mayor comparado con el sistema continuo y exposición del macho por 7 días) y ninguna presentó celo durante la mañana.

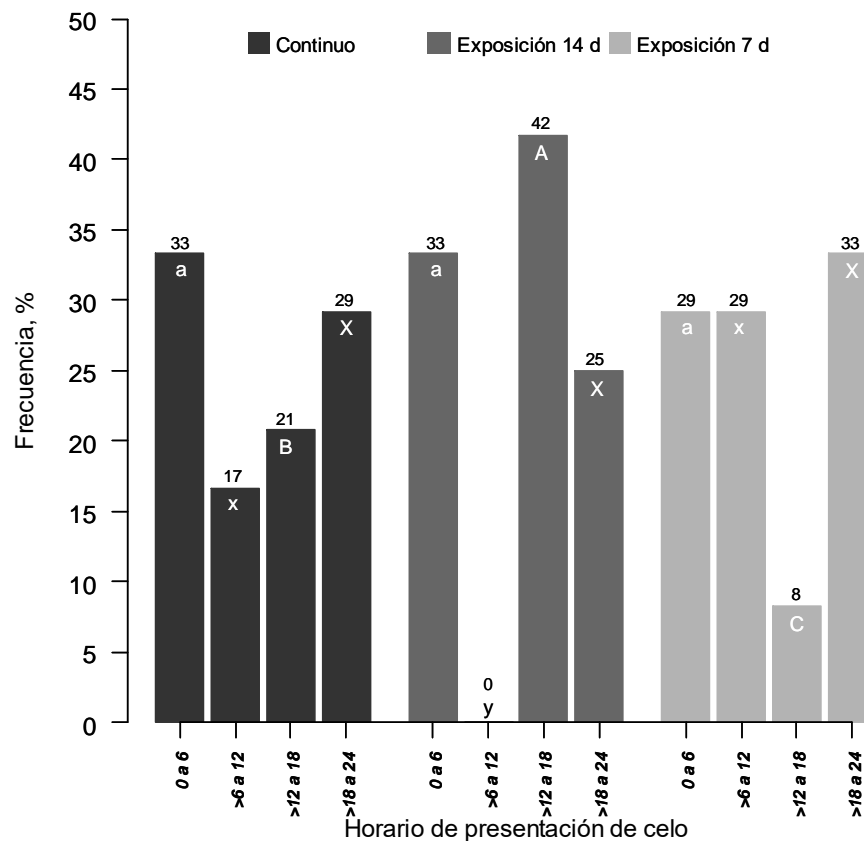


Figura 4. Efecto macho en hembras nulíparas sobre el horario de presentación de celo desde el inicio hasta los 15 días de empadre.

La figura 5 muestra la frecuencia de celos repetidos en los tres sistemas de empadre. La prueba de proporciones encontró diferencias estadísticas para los celos repetidos por efecto del macho en los sistemas de empadre ($p < 0.05$). La presentación del primer celo en los tres sistemas de empadre fue del 100%, sin embargo, se observó mayor presentación del segundo celo en las hembras del sistema de empadre con exposición del macho durante 14 días. La frecuencia de presentación del tercer celo fue estadísticamente similar en los tres sistemas de empadre, aunque en el sistema de empadre continuo no hubo casos de hembras con tercer celo, mientras que la exposición por 7 días, solo el 4% de las hembras volvieron a presentar celo por tercera vez.

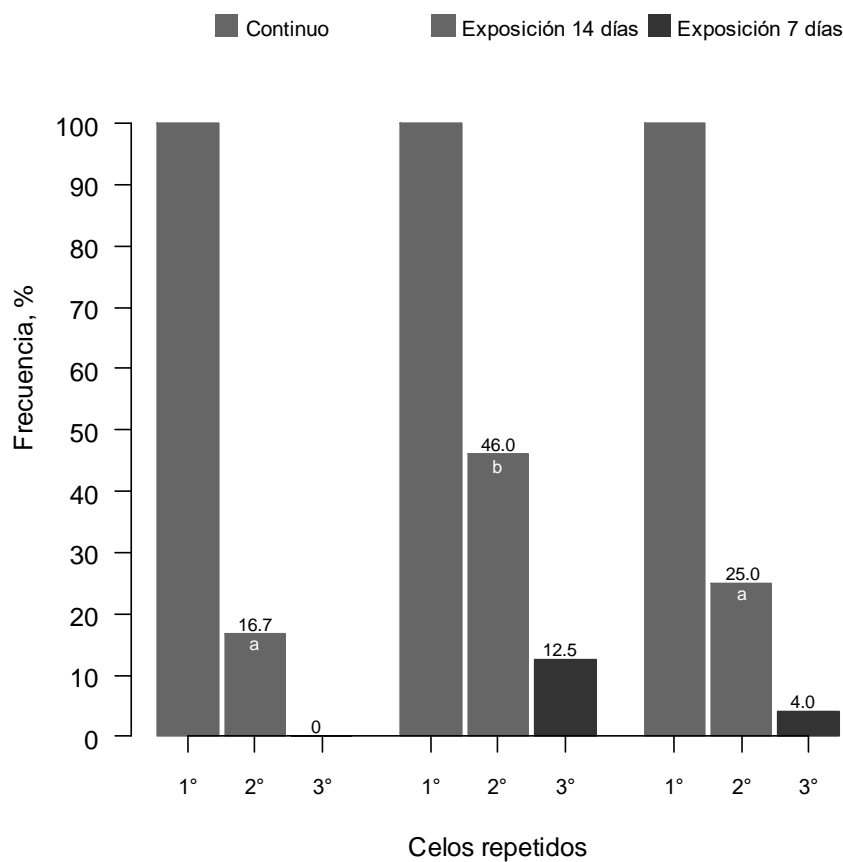


Figura 5. Efecto macho en hembras nulíparas sobre la frecuencia de los celos repetidos en los tres sistemas de empadre.

La figura 6 muestra el número de cópulas realizados por el macho en cada apareamiento. La prueba estadística encontró diferencias estadísticas para el número de cópulas según el sistema de empadre utilizado ($p < 0.05$). En el sistema de empadre de exposición del macho

por 7 días, el macho realizó entre 6 a 10 copulas en los 67% de lo apareamientos. Esta proporción fue mayor comparado con el sistema continuo (58%) y exposición del macho por 14 días (37.5%).

La frecuencia de copulas entre 11 a 20 veces también fue estadísticamente significativo. El 37.5% y 25% de las hembras fueron copuladas por el macho entre 11 a 20 veces en el empadre con exposición del macho por 14 días y empadre continuo, respectivamente; mientras que, en el sistema de empadre con exposición del macho por 7 días, solo 17% fueron copuladas en esta frecuencia.

La frecuencia de copulas entre 1 a 5 veces también fue estadísticamente significativo. El 21% y 12.5% de las hembras fueron copuladas por el macho entre 1 a 5 veces en el empadre con exposición del macho por 14 días y 7 días, respectivamente; mientras que, en el sistema de empadre continuo, solo el 8% fueron copuladas en esta frecuencia.

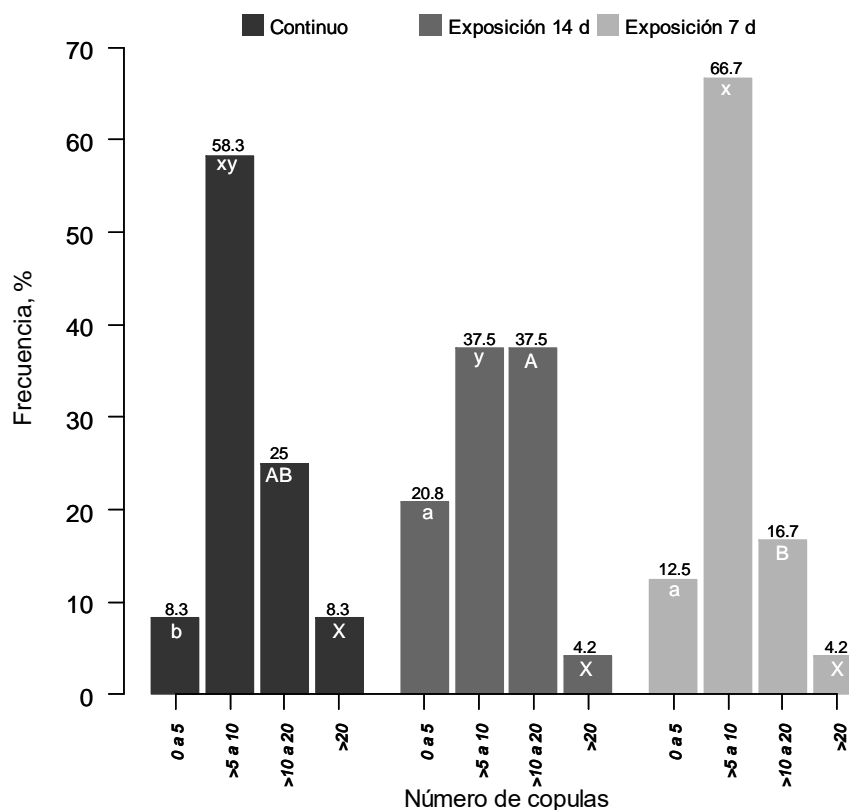


Figura 6. Número de copulas por hembra apareada según el sistema de empadre utilizado.

La frecuencia de copulas mayor de 20 veces por apareamiento no fue significativo entre los sistemas de empadre evaluados ($p > 0.05$), sin embargo, numéricamente, los machos del sistema de empadre continuo la realizaron en 8.3% de apareamientos, mientras que, en los sistemas de empadre con exposición del macho con 14 y 7 días, solo fue utilizado en el 4.2% de apareamientos.

La figura 7 muestra los días vacíos de las hembras desde el inicio del empadre hasta el momento que fueron apareadas. Se realizó el análisis estadístico considerando solo aquellas hembras que presentaron días vacíos mayores a 15 días, considerando que la duración del ciclo estral es de 15 días como mínimo. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas para hembras con días vacíos mayores de 15 ($p < 0.05$). El sistema de empadre con exposición del macho durante 14 días mostró hembras con mayor número de días vacíos con relación al empadre continuo y exposición del macho por 7 días.

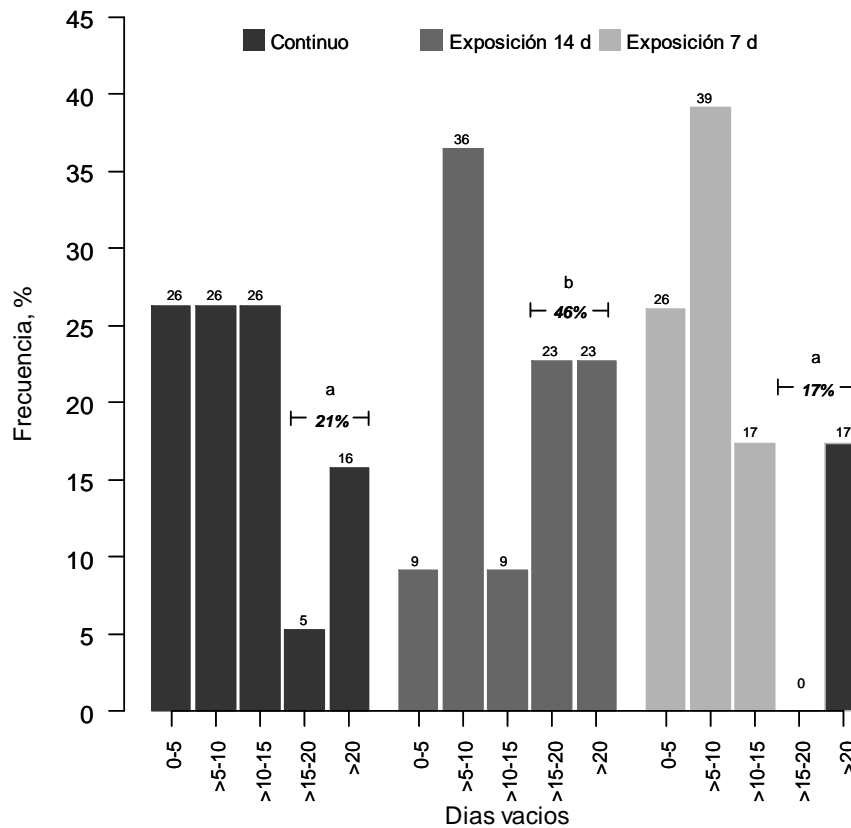


Figura 7. Días vacíos de las hembras desde el inicio del empadre hasta el momento que fueron apareadas.

4.2. Parámetros productivos durante el parto

La figura 8 muestra la duración de la gestación, registrada desde el momento del empadre hasta el momento del parto. El análisis estadístico no encontró diferencias estadísticas para la duración de la gestación por efecto del sistema de empadre ($p > 0.05$). En el empadre continuo y exposición del macho por 14 días, numéricamente, la mayor frecuencia de duración de la gestación fue de 68 días, mientras que, en el sistema de empadre con exposición del macho por 7 días, la mayor duración de gestación fue a los 67 días. En los sistemas de empadre de exposición del macho por 14 y 7 días, las mayores frecuencias de duración de gestación estuvieron entre los 67 y 68 días (68 y 48% de los casos, respectivamente), mientras que, en el empadre continuo, el 74% de la duración de gestación estuvo entre los 67 a 69 días.

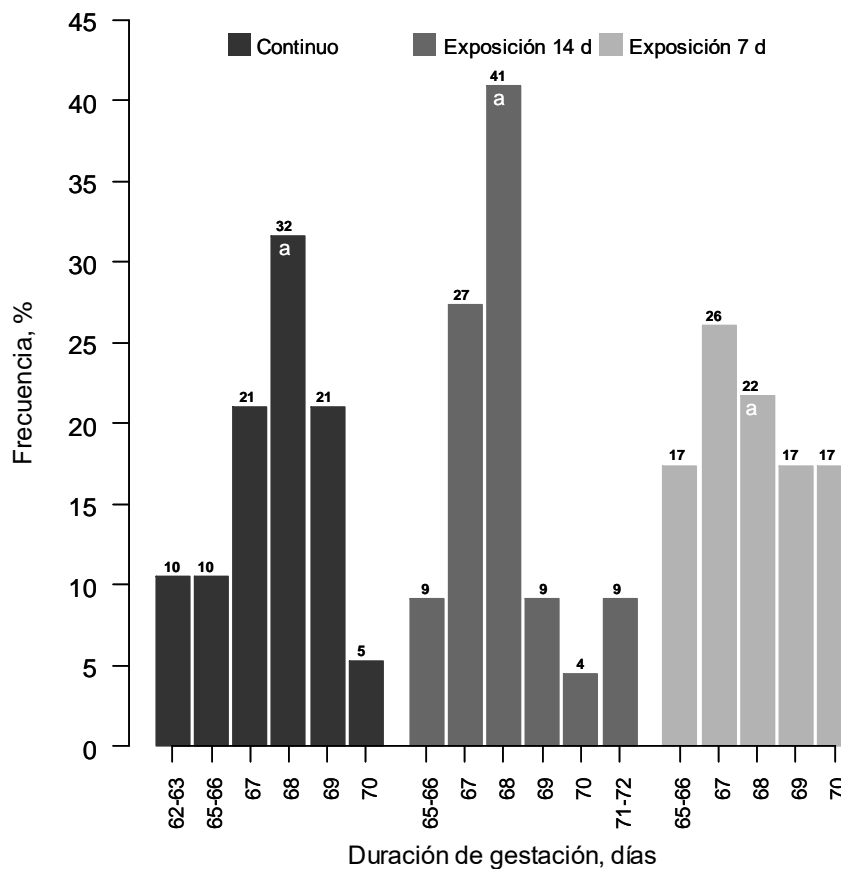


Figura 8. Duración de la gestación registrado desde el momento del empadre hasta el momento del parto.

La figura 9 muestra la frecuencia de presentación de parto según el sistema de empadre evaluado. La prueba estadística no encontró diferencias estadísticas para la presentación del parto por efecto del macho en los sistemas de empadre ($p > 0.05$). Numéricamente, las mayores frecuencias de parto fueron observados durante la tarde en los sistemas de empadre cuando el macho fue expuesto durante 14 o 7 días, mientras que, en el sistema de empadre continuo, la mayor frecuencia de parto fue observado por noche.

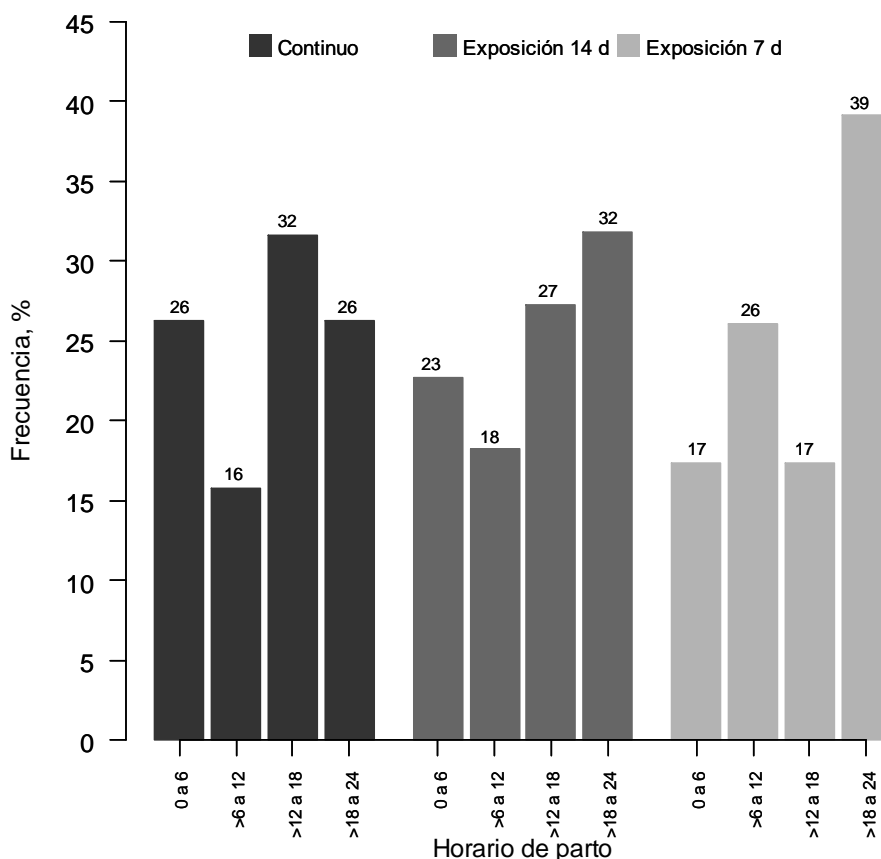


Figura 9. Horario de presentación del parto en hembras nulíparas según el sistema de empadre.

La tabla 4 muestra los parámetros productivos de las hembras en los tres sistemas de empadre. El análisis de variancia no encontró diferencias estadísticas significativas de los parámetros productivos ($p > 0.05$) por efecto del sistema de empadre. Se observó tendencias de mayor peso de camada en las hembras del sistema de empadre con 7 días de exposición del macho. Asimismo, numéricamente, se observó mayor tamaño de camada y nacidos vivos en las hembras del sistema de empadre con 7 días de exposición del macho. Se realizó el

análisis de covariancia utilizando como covariable al peso corporal al inicio del empadre, sin embargo, no se encontró efecto significativo del mismo ($p > 0.05$) sobre los parámetros productivos.

Tabla 4

Parámetros productivos de las hembras apareadas en los tres sistemas de empadre

Empadre	PC – inicio empadre, g	Tamaño de camada, N°	Peso de camada, g	Nacidos vivos, N°
Continuo	710 ± 58	3.4 ± 1.1	488 ± 113	2.8 ± 1.0
Exposición macho - 14 días	634 ± 45	3.0 ± 0.8	477 ± 102	2.6 ± 1.1
Exposición macho - 7 días	741 ± 38	3.6 ± 0.8	544 ± 99	3.2 ± 1.0
<i>p-valor</i>		<i>0.167</i>	<i>0.081</i>	<i>0.229</i>

CAPITULO V. DISCUSIONES

5.1. Parámetros reproductivos durante el empadre

El inicio de la pubertad está influenciado por factores genéticos, metabólicos y ambientales (Bronson y Rissman, 1986). Entre los factores ambientales, la interacción con congéneres del sexo opuesto puede modular drásticamente la dinámica del inicio de la pubertad (Chasles et al., 2018). En el presente estudio, la exposición del macho durante 14 días previos al empadre influyó en la presentación de celo durante los primeros 10 días de iniciado el empadre, observándose los síntomas en el 91.7% de las hembras, comparado con el 62.5% y 66.7% en hembras expuestas al macho durante 7 días y empadre continuo, respectivamente). Grégoire et al. (2012) al administrar un progestágeno oral durante 15 días en hembras adultas, observaron que la ovulación del 93% de las hembras se produjo 4.4 días después de finalizado el tratamiento, recomendando el procedimiento como un método estándar de sincronización del estro menos estresante que las técnicas que utilizan tubos de progesterona.

Los resultados del presente estudio muestran que la exposición del macho por 14 días acelera el inicio de la pubertad, lo que sugiere un inicio de la etapa reproductiva. En los roedores, la exposición prepuberal a un macho intacto o a su olor induce una aceleración del inicio de la pubertad en las hembras; fenómeno conocido como el "efecto Vandenberg" (Vandenberg, 1976), que se caracteriza por el desarrollo de los órganos reproductores, uno de cuyos rasgos distintivos es el crecimiento uterino, y un aumento de la señalización hormonal (Bronson y Stetson, 1973).

Las señales olfativas especializadas, como las feromonas, influyen en la aparición de comportamientos estereotipados (Tirindelli et al., 2009). Las feromonas se caracterizan por generar una actividad de señalización (Papes et al., 2010) o una actividad de cebado, que normalmente altera los niveles hormonales e influye en el comportamiento a lo largo de varios días (Koyama et al., 2004). Las feromonas cebadoras emitidas por los machos inducen el celo de las hembras (Whitten, 1958), mejorando la aptitud reproductiva tanto del macho como de la hembra (Flanagan et al., 2011).

En el presente estudio, el 46% de las hembras que fueron expuestas al macho por 14 días antes del empadre, volvieron a presentar síntomas de celo; mientras que solo el 17 y 25% de

las hembras del empadre continuo y exposición del macho por 7 días, respectivamente, volvieron a presentar celo. Estos resultados coinciden con el mayor número de copulas observadas en este tratamiento, donde el 37.5% de las hembras apareadas fue copulada por el macho entre 11 y 20 veces, lo que sugiere un desgaste del macho, y un menor éxito del apareamiento durante el primer celo. En el ganado vacuno uno de los factores que influyen en la producción y la calidad del semen es el número de eyaculados (Fuerst-Waltl et al., 2006). En toros, el primer y segundo eyaculado fueron similares y superiores al volumen del tercer eyaculado, sin embargo, la concentración de espermatozoides de los eyaculados del segundo y tercero fue inferior en 12 y 32%, respectivamente (Rostellato et al., 2021).

El sistema de empadre con exposición del macho durante 14 días mostró hembras con mayor número de días vacíos con relación al empadre continuo y exposición del macho por 7 días. Este parámetro también se relacionaría con el mayor desgaste del macho. En el ganado vacuno, un concepto similar al utilizado en el presente estudio son los “días abiertos”. Los días abiertos es el intervalo desde el parto hasta la concepción y es un componente común de los rasgos de fertilidad en todo el mundo (Cole y VanRaden, 2018). Las hembras con días abiertos deseables estarán ciclando, expresarán el celo y ovularán a tiempo (en relación con la expresión del celo), sus ovocitos serán fértiles y formarán un cuerpo lúteo que produzca suficiente progesterona (Lucy, 2019). Si no se establece la gestación, las hembras volverán a presentar celo.

5.2. Parámetros productivos durante el parto

En el presente estudio, la duración de la gestación numéricamente predominante fue de 68 días en todas las hembras evaluadas, aunque en el grupo de exposición al macho durante 7 días previa al apareamiento, numéricamente predominó los 67 días. Czaja et al (1983), al evaluar las relaciones entre el estado endocrino, el peso corporal y el estado de la membrana vaginal, reportan gestaciones entre 67 y 71 días.

En el presente estudio, se observó tendencias de mayor peso de camada en las hembras del sistema de empadre con 7 días de exposición del macho. Asimismo, numéricamente, se observó mayor tamaño de camada y nacidos vivos en las hembras del sistema de empadre con 7 días de exposición del macho. Estos resultados coinciden con el menor desgaste

observados en los machos de este tratamiento (68% de los machos realizaron entre 6 y 10 copulas por hembra).

Por lo general, en los programas de cría de ganado, los rasgos reproductivos de la hembra, como la fertilidad, son prioritarios a la hora de evaluar el éxito reproductivo; siendo los rasgos reproductivos del macho a menudo ignorados (Berry et al., 2011). Según Benavides et al. (2020), el tamaño de camada es el resultado del número de ovulaciones, de la tasa de óvulos no fecundados y de la tasa de mortalidad embrionaria. Los resultados del presente estudio sugieren que el tamaño de camada también estaría relacionado con el comportamiento del macho durante el empadre (a menor número de copulas mayor calidad espermática). Además, los cuyes expuestos a 7 días de exposición al macho previo al empadre tuvieron mayor tamaño y peso de camada, que se relaciona con la mayor frecuencia de parto observado a los 67 días de gestación.

El aumento del tamaño de la camada se relaciona con la disminución del peso de los lactantes. El peso medio de los recién nacidos fue de 120 g en camadas de 2, 105 g en camadas de 3 y 88 g en camadas de 4 (Czaja, 1983).

Cruz et al. (2021) al evaluar parámetros reproductivos de las líneas de cuyes Saños y Mantaro, reportan tamaños camada de 2.6 gazapos al nacimiento en sistemas de empadre continuo. Velásquez et al. (2017) reportan tamaño de camada de 3 gazapos con peso promedio de 144 g por parto en sistemas de empadre continuo.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La presentación de celo en las hembras del empadre continuo fue homogénea durante los primeros 15 días de iniciado el empadre, mientras que las hembras expuestas previamente al macho presentaron mayores frecuencias de celo a partir del quinto día.
- Las hembras del empadre continuo y exposición previa del macho por siete días presentaron celo preferentemente durante la madrugada, mañana y noche; mientras que las hembras expuestas al macho por 14 días presentaron celo con mayor frecuencia durante la tarde.
- Las hembras del empadre continuo y exposición previa del macho durante siete días presentaron menor frecuencia de celos repetidos.
- Las hembras del empadre continuo y exposición previa del macho durante 7 días copularon con mayor frecuencia entre 5 y 10 veces, mientras que las hembras de la exposición previa del macho durante 14 días mostraron mayor frecuencia de copulas por hembra entre 10 y 20 veces.
- Las hembras expuestas al macho por 14 o 7 días presentaron mayores frecuencias de parto durante la tarde, mientras que las del empadre continuo presentaron mayor frecuencia de partos durante la noche.
- Las hembras del empadre continuo y exposición del macho por 14 días previos al empadre mostraron mayor frecuencia de duración de la gestación de 68 días, mientras que el sistema de empadre con exposición del macho por 7 días la mayor frecuencia de duración fue de 67 días.
- El sistema de empadre con exposición del macho durante 14 días mostró hembras con mayor número de días vacíos comparado con el empadre continuo y exposición del macho por 7 días.
- Las camadas de hembras provenientes del empadre con exposición previa del macho de siete días mostraron tendencias de mayor peso, y numéricamente mayor tamaño de camada con respecto al empadre continuo y exposición por 14 días.
- El sistema de empadre no influyó sobre el número de gazapos nacidos vivos.

6.2. Recomendaciones

De acuerdo con las conclusiones del presente estudio se recomienda:

- Se recomienda que posteriores estudios determinen el impacto al destete y al segundo parto en ambientes controlado.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1. Fuentes documentales (son fuentes extraídos de un libro)

a) Sin doi

Bustamante J. 1993. Producción de cuyes. Lima: Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 259 p.

De Lucas Tron, J., Zarco Quintero, L., & Vásquez Peláez, C. (2008). El efecto macho como inductor de la actividad reproductiva en sistemas intensivos de apareamiento en ovinos. *Veterinaria México*, 39(2), 117-127.

Hölting, G. (2009). De los procesos de la producción de cuyes. En L. Aliaga Rodríguez, R. Moncayo Galliani, E. Rico Numbela, & A. Caycedo Vallejo, *Producción de Cuyes* (pág. 808). Lima: Fondo Editorial UCSS.

b) Con doi.

Foster, D.L., & Hileman, S.M. (2015). Puberty in the Sheep. In *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*, 1441-1485. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-397175-3.00031-4>

Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., & Caycedo, A. (2009). *Producción de cuyes*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae. 808 p.

Pomar, C., van Milgen, J., & Remus, A. (2019). Precision livestock feeding, principle and practice. *Poultry and pig nutrition*, Wageningen Academic Publishers, 978-90-8686-333-4. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02263872/document>

7.2. Fuentes electrónicas (son fuentes extraídas de un medio electrónico videos, páginas web, etc)

Auer, K. E., Kußmaul, M., Möstl, E., Hohlbaum, K., Rüllicke, T., & Palme, R. (2020). Measurement of Fecal Testosterone Metabolites in Mice: Replacement of Invasive Techniques. *Animals*, 10(1), 165. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/ani10010165>

- Benavides, F., Sutovsky, P., López, V., Kennedy, C., & Echevarría, L. (2020). Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Collected by Transrectal Electroejaculation. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(5), 767. <https://doi.org/10.3390/ani10050767>
- Berckmans, D. (2006). Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming. *Livestock production and society*, 287, 27-30.
- Berckmans, D. (2014). Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 33(1), 189–196. <https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2273>
- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming, *Animal Frontiers*, 7, 6-11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>
- Berry, D. P., Evans, R. D., & Mc Parland, S. (2011). Evaluation of bull fertility in dairy and beef cattle using cow field data. *Theriogenology*, 75(1), 172–181. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.08.002>
- Bronson, F. H., & Rissman, E. F. (1986). The biology of puberty. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 61(2), 157–195. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185x.1986.tb00465.x>
- Bronson, F. H., & Stetson, M. H. (1973). Gonadotropin release in prepubertal female mice following male exposure: a comparison with the adult cycle. *Biology of reproduction*, 9(5), 449–459. <https://doi.org/10.1093/biolreprod/9.5.449>
- Cadena-Villegas, Said, Arévalo-Díaz, Mario, Gallegos-Sánchez, Jaime, & Hernández-Marín, Antonio. (2018). Sincronización del estro en ovejas con PGF2 α y bioestimuladas con “efecto macho”. *Abanico veterinario*, 8(3), 94-105. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.7>
- Chasles M, Chesneau D, Moussu C, Poissenot K, Beltramo M, Delgadillo JA, Chemineau P, Keller M. Sexually active bucks are a critical social cue that activates the gonadotrope axis and early puberty onset in does. *Horm Behav* 2018;106: 81-92. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.10.004>

- Cruz, D. J., Passuni Huayta, J., Corredor, F. A., & Pascual, M. (2021). Parámetros productivos y reproductivos de cuyes (*Cavia porcellus*) de las líneas Saños y Mantaro. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20397>
- Czaja, J. A. (1983). Body weight and growth rates throughout the guinea pig pregnancy: Evidence for modulation by endogenous estrogens. *Physiology & Behavior*, 30(2), 197-201.
- Espinoza-Flores, L. A., Andrade-Esparza, J. D., Hernández, H., Zarazaga, L. A., Abecia, J. A., Chemineau, P., Keller, M., & Delgadillo, J. A. (2020). Male effect using photostimulated bucks and nutritional supplementation advance puberty in goats under semi-extensive management. *Theriogenology*, 143, 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.12.005>
- Flanagan, K. A., Webb, W., & Stowers, L. (2011). Analysis of male pheromones that accelerate female reproductive organ development. *PloS one*, 6(2), e16660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016660>
- Freund, M. (1962). Initiation and development of semen production in the guinea pig. *Fertility and Sterility*, 13(2), 190-201.
- Fuerst-Waltl, B., Schwarzenbacher, H., Perner, C., & Sölkner, J. (2006). Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. *Animal reproduction science*, 95(1-2), 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.09.002>
- García, R., Aguilar, J., Toro, M., Pinto, A., & Rodríguez, P. (2020). A systematic literature review on the use of machine learning in precision livestock farming. *Computers and Electronics in Agriculture* 179, 105826. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105826>.
- Grégoire, A., Allard, A., Huamán, E., León, S., Silva, R. M., Buff, S., Berard, M., & Joly, T. (2012). Control of the estrous cycle in guinea-pig (*Cavia porcellus*). *Theriogenology*, 78(4), 842–847. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.03.034>

- Gupta, D. (1977). Hypothalamic control of the mammalian sexual maturation. *Padiatrie und Padologie. Supplementum*, (5), 83–102. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8491-2_10
- Hargaden, M., & Singer, L. (2012). Anatomy, physiology, and behavior. In *The laboratory rabbit, Guinea pig, hamster, and other rodents* (pp. 575-602). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380920-9.00020-1>
- Harkness, J. E., Murray, K. A., & Wagner, J. E. (2002). Biology and Diseases of Guinea Pigs. *Laboratory Animal Medicine*, 203–246. <https://doi.org/10.1016/B978-012263951-7/50009-0>
- Hart, B. L. (1983). Role of testosterone secretion and penile reflexes in sexual behavior and sperm competition in male rats: a theoretical contribution. *Physiology & behavior*, 31(6), 823–827. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(83\)90279-2](https://doi.org/10.1016/0031-9384(83)90279-2)
- Hau, M. (2007). Regulation of male traits by testosterone: implications for the evolution of vertebrate life histories. *BioEssays : news and reviews in molecular, cellular and developmental biology*, 29(2), 133–144. <https://doi.org/10.1002/bies.20524>
- Hawken, P. A., & Martin, G. B. (2012). Sociosexual stimuli and gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone secretion in sheep and goats. *Domestic animal endocrinology*, 43(2), 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2012.03.005>
- Hermreck, A. S., & Greenwald, G. S. (1964). The effects of unilateral ovariectomy on follicular maturation in the guinea pig. *The Anatomical Record*, 148(2), 171-176. <https://doi.org/10.1002/ar.1091480207>
- Koyama S. (2004). Primer effects by conspecific odors in house mice: a new perspective in the study of primer effects on reproductive activities. *Hormones and behavior*, 46(3), 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.03.002>
- Lucy, M. C. (2019). Symposium review: Selection for fertility in the modern dairy cow—Current status and future direction for genetic selection. *Journal of dairy science*, 102(4), 3706-3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15544>

- Manning P.J., Wagner J.E., Harkness J.E. Biology and diseases of guinea pigs. In: Fox J.G., Cohen B.J., Loew F.M., editors. *Laboratory Animal Medicine*. Academic Press; Orlando, Florida: 1984. pp. 150–181.
- Marino, R., Petrera, F., & Abeni, F. (2023). Scientific Productions on Precision Livestock Farming: An Overview of the Evolution and Current State of Research Based on a Bibliometric Analysis. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(14), 2280. <https://doi.org/10.3390/ani13142280>
- McGlone, J. (1986). Agonistic Behavior in Food Animals: Review of Research and Techniques, *Journal of Animal Science*, 62(4), 1130–1139. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6241130x>
- Mills, P. G., & Reed, M. (1971). The onset of first oestrus in the guinea-pig and the effects of gonadotrophins and oestradiol in the immature animal. *The Journal of endocrinology*, 50(2), 329–337. <https://doi.org/10.1677/joe.0.0500329>
- Nasirahmadi, A., Sturm, B., Olsson, A.-C., Jeppsson, K-H., Müller, S., Edwards, S., & Hensel, O. (2019). Automatic scoring of lateral and sternal lying posture in grouped pigs using image processing and Vector Machine. *Computers and Electronics in Agriculture* 156, 475-481. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.009>
- Norton, T., Chen, C., Larsen, M., & Berckmans, D. (2019). Review: Precision livestock farming: building 'digital representations' to bring the animals closer to the farmer. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 13(12), 3009–3017. <https://doi.org/10.1017/S175173111900199X>
- Ochoa, C.M., & Urrutia, M.J. (1995). Efecto macho en la raza Ram–bouillet durante la estación considerada de anestro. *Téc Pecu Méx.* 33: 39–42.
- Oczak, M., Ismayilova, G., Costa, A., Viazzi, S., Sonoda, L.T., Fels, M., Bahr, C., Hartung, L., Guarino, M., Berckmans, D., & Vraken, E. (2013). Analysis of aggressive behaviours of pigs by automatic video recordings. *Computers and Electronics in Agriculture* 99, 209-217. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.09.015>

- Papes, F., Logan, D. W., & Stowers, L. (2010). The vomeronasal organ mediates interspecies defensive behaviors through detection of protein pheromone homologs. *Cell*, *141*(4), 692–703. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.03.037>
- Petrulis, A. (2013). Chemosignals, hormones and mammalian reproduction. *Hormones and behavior*, *63*(5), 723-741.
- Prediction Of Worldwide Energy Resource. (26 de agosto del 2023). *POWER / Data Access Viewer*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rosales-Nieto CA, Thompson AN, Macleay CA, Briegel JR, Hedger MP, Ferguson MB, Martin GB. Relationships among body composition, circulating concentrations of leptin and follistatin, and the onset of puberty and fertility on young female sheep. *Anim Reprod Sci* 2014;151:148-156. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.10.008>
- Rostellato, R., Bonfatti, V., Dias, V. A. D., Savoia, S., Spalenza, V., Albera, A., & Carnier, P. (2021). Estimates of non-genetic effects and genetic parameters for semen traits in Piemontese bulls. *Animal*, *15*(8), 100302.
- Shomer, N. H., Holcombe, H., & Harkness, J. E. (2015). Biology and diseases of guinea pigs. In *Laboratory animal medicine* (pp. 247-283). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409527-4.00006-7>
- Singh, P., Chandra, P., Petropoulos, G., Pavlides, A., Srivastava, P., Koutsias, N., Kwai, K., & Bao, Y. (2020). Hyperspectral remote sensing in precision agriculture: present status, challenges, and future trends. In P.C. Pandey, P.K. Srivastava, H. Balzter, B. Bhattacharya, G.P. Petropoulos (Eds.), *Earth Observation, Hyperspectral Remote Sensing* (pp. 121-146). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102894-0.00009-7>.

- Sisk, D. (1976). Chapter 7 – Physiology. In J. E. Wagner y P. J. Manning (Ed.), *The Biology of the Guinea Pig* (pp. 63-98). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-730050-4.50012-0>.
- Stan, F. (2015). Anatomical Particularities of Male Reproductive System of Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 72(2). <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:11410>
- Stygar, A.H., Dolechck, K.A., & Kristensen, A.R. (2018). Analyses of body weight patters in growing pigs: a new view on body weight in pigs for frequent monitoring. *Animal* 12, 295-302. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001690>
- Tirindelli, R., Dibattista, M., Pifferi, S., & Menini, A. (2009). From pheromones to behavior. *Physiological reviews*, 89(3), 921–956. <https://doi.org/10.1152/physrev.00037.2008>
- Tzanidakis, C., Simitzis, P., Arvanitis, K., & Panagakis, P. (2021). An overview of the current trends in precision pig farming technologies. *Livestock Science*, 249, 104530. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104530>
- Ungerfeld R. (2011). Combination of the ram effect with PGF₂ α estrous synchronization treatments in ewes during the breeding season. *Animal reproduction science*, 124(1-2), 65–68. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.021>
- Ungerfeld, R. (2007). Socio-sexual signalling and gonadal function: opportunities for reproductive management in domestic ruminants. *Soc Reprod Fertil Suppl* 64, 207–21.
- Urrutia, J., Villalpando, F., Meza, H.C., Mancilla, C., & Ramirez, B. (2000). Effect of ram exposure on out-of-season reproductive performance of young maiden Merino Rambouillet ewes. *International Journal of Sheep and Wool Science*; 48, 94–101. https://www.academia.edu/download/42561605/Effect_of_ram_exposure_on_out-of-season_20160210-16986-1kxdy6i.pdf

- Vandenbergh J. G. (1976). Acceleration of sexual maturation in female rats by male stimulation. *Journal of reproduction and fertility*, 46(2), 451–453. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0460451>
- Vega, J., & Pujada, H., 2012. El efecto macho en la sincronización del celo en cuyes. Rev. Cs. Tec. Infinitum 2 (01). Huacho. Perú
- Velásquez, S., Jiménez, R., Huamán, A., San Martín, F., & Carcelén, F. (2017). Efecto de tres tipos de empadre y dos tipos de alimentación sobre los índices reproductivos en cuyes criados en la sierra peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(2), 359-369. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13063>
- Weir, B. J. (1974). Reproductive characteristics of hystricomorph rodents. Symp Zool Soc Lond 34: 265–301. *The Biology of Hystricomorph Rodents. Academic Press Inc, London.*
- Whitten, W. K. (1958). Modification of the oestrous cycle of the mouse by external stimuli associated with the male; changes in the oestrous cycle determined by vaginal smears. *The Journal of endocrinology*, 17(3), 307–313. <https://doi.org/10.1677/joe.0.0170307>
- Wyatt, T.D. (2009). Fifty years of pheromones. *Nature*, 457(7227), 262–263. <https://doi.org/10.1038/457262a>.

ANEXOS

Anexo I: Corridas estadísticas – chi cuadrado.

```
> # PRESENTACIÓN DE CELO
>
> # De 6 a 10 días
> celo1 <- matrix(c(100,100,100,37.5,66.7,37.5),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(celo1) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14", "Dia 7"))
> chisq.test(celo1)

Pearson's Chi-squared test

data: celo1
X-squared = 7.7303, df = 2, p-value = 0.02096

>
> # De 10 a 15 días
> celo2 <- matrix(c(100,100,100,33.3,8.3,37.5),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(celo2) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14", "Dia 7"))
> chisq.test(celo2)

Pearson's Chi-squared test

data: celo2
X-squared = 16.217, df = 2, p-value = 0.0003009

>
> celo3 <- matrix(c(100,100,100,29.2,25,25),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(celo3) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14", "Dia 7"))
> chisq.test(celo3)

Pearson's Chi-squared test

data: celo3
X-squared = 0.34864, df = 2, p-value = 0.84

>
>
> #=====
> # TURNO DE CELO
>
> # madrugada
> madrugada <- matrix(c(100,100,100,33.3,33.3,29.2),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(madrugada) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(madrugada)

Pearson's Chi-squared test

data: madrugada
X-squared = 0.26884, df = 2, p-value = 0.8742

>
> manana <- matrix(c(100,100,100,16.7,0,29),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(manana) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(manana)

Pearson's Chi-squared test

data: manana
```

X-squared = 24.999, df = 2, p-value = 3.729e-06

```
>
> tarde <- matrix(c(100,100,100,21,42,8),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(noche) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(noche)
```

Pearson's Chi-squared test

data: noche
X-squared = 0.91715, df = 2, p-value = 0.6322

```
>
> noche <- matrix(c(100,100,100,29,25,33.3),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(noche) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(noche)
```

Pearson's Chi-squared test

data: noche
X-squared = 0.91715, df = 2, p-value = 0.6322

```
>
> tarde1 <- matrix(c(100,100,201,8),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(tarde1) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 7 d"))
> chisq.test(tarde1)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data: tarde1
X-squared = 109.75, df = 1, p-value < 2.2e-16

```
>
> tarde2 <- matrix(c(100,100,21,42),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(tarde2) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d"))
> chisq.test(tarde2)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data: tarde2
X-squared = 4.7074, df = 1, p-value = 0.03003

```
>
> tarde3 <- matrix(c(100,100,41.7,8.3),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(tarde3) <- list(c("Total","Celo"),c("Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(tarde3)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data: tarde3
X-squared = 16.839, df = 1, p-value = 4.07e-05

```
>
> # =====
> # NUMERO DE COPULAS
>
> # De 0 a 5 cópulas
> cinco <- matrix(c(100,100,100, 8.3,20.8,12),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(cinco) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(cinco)
```

Pearson's Chi-squared test

```
data: cinco
X-squared = 5.1997, df = 2, p-value = 0.07429

>
> cinco1 <- matrix(c(100,100,8,21),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(cinco1) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d"))
> chisq.test(cinco1)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: cinco1
X-squared = 4.2462, df = 1, p-value = 0.03934
```

```
>
> # De 6 a 10 cópulas
>
> cincoadiez <- matrix(c(100,100,100,58,37,67),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(cincoadiez) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(cincoadiez)
```

Pearson's Chi-squared test

```
data: cincoadiez
X-squared = 5.968, df = 2, p-value = 0.05059
```

```
>
> cincoadiez1 <- matrix(c(100,100,37,67),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(cincoadiez1) <- list(c("Total","Celo"),c("Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(cincoadiez1)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: cincoadiez1
X-squared = 5.1815, df = 1, p-value = 0.02283
```

```
>
> cincoadiez2 <- matrix(c(100,100,58,37),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(cincoadiez2) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d"))
> chisq.test(cincoadiez2)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: cincoadiez2
X-squared = 2.7345, df = 1, p-value = 0.0982
```

```
>
> # De 11 a 20 cópulas
>
> onceaveinte <- matrix(c(100,100,100,25,37,17),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(onceaveinte) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(onceaveinte)
```

Pearson's Chi-squared test

```
data: onceaveinte
X-squared = 6.0352, df = 2, p-value = 0.04892
```

```
>
> onceaveinte1 <- matrix(c(100,100,25,17),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(onceaveinte1) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 7 d"))
> chisq.test(onceaveinte1)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: onceaveinte1
X-squared = 0.9082, df = 1, p-value = 0.3406

>
> onceaveinte2<- matrix(c(100,100,37,17),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(onceaveinte2) <- list(c("Total","Celo"),c("Dia 14 d","Dia 7 d"))
> chisq.test(onceaveinte2)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: onceaveinte2
X-squared = 5.1473, df = 1, p-value = 0.02328

```

```

>
> # =====
> # CELOS REPETIDOS
>
> primera <- matrix(c(100,100,16.7,25),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(primeras) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 7 d"))
> chisq.test(primeras)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: primera
X-squared = 0.99909, df = 1, p-value = 0.3175

```

```

>
> primera <- matrix(c(100,100,16.7,46),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(primeras) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 14 d"))
> chisq.test(primeras)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: primera
X-squared = 9.6302, df = 1, p-value = 0.001914

```

```

>
> primera <- matrix(c(100,100,25,46),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(primeras) <- list(c("Total","Celo"),c("Dia 7","Dia 14 d"))
> chisq.test(primeras)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: primera
X-squared = 4.0357, df = 1, p-value = 0.04455

```

```

>
> segunda<- matrix(c(100,100,4,12.5),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(segunda) <- list(c("Total","Celo"),c("Dia 7","Dia 14 d"))
> chisq.test(segunda)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: segunda
X-squared = 3.0851, df = 1, p-value = 0.07901

```

```

>
> # =====
>
> # DIAS VACIOS
>
> dieciseisaveinte <- matrix(c(100,100,100,21,46,17),nrow=2,byrow = T)

```

```
> dimnames(dieciseisaveinte) <- list(c("Total", "Celo"), c("Continuo", "Dia 14 d", "Dia
> chisq.test(dieciseisaveinte)
```

Pearson's Chi-squared test

```
data: dieciseisaveinte
X-squared = 13.065, df = 2, p-value = 0.001455
```

```
>
> dieciseisaveinte1 <- matrix(c(100,100,21,46), nrow=2, byrow = T)
> dimnames(dieciseisaveinte1) <- list(c("Total", "Celo"), c("Continuo", "Dia 14 d"))
> chisq.test(dieciseisaveinte1)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: dieciseisaveinte1
X-squared = 6.3166, df = 1, p-value = 0.01196
```

```
>
> dieciseisaveinte2 <- matrix(c(100,100,21,17), nrow=2, byrow = T)
> dimnames(dieciseisaveinte2) <- list(c("Total", "Celo"), c("Continuo", "Dia 7 d"))
> chisq.test(dieciseisaveinte2)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: dieciseisaveinte2
X-squared = 0.17466, df = 1, p-value = 0.676
```

```
>
>
> #=====
> # DIAS DE GESTACIÓN - frecuencia de duracion
>
> continuo <- matrix(c(100,100,100,21,31.6,21), nrow=2, byrow = T)
> dimnames(continuo) <- list(c("Total", "Celo"), c("Continuo", "Dia 14", "Dia 7"))
> chisq.test(continuo)
```

Pearson's Chi-squared test

```
data: continuo
X-squared = 2.3879, df = 2, p-value = 0.303
```

```
>
> catorce <- matrix(c(100,100,100,27,41,9), nrow=2, byrow = T)
> dimnames(catorce) <- list(c("Total", "Celo"), c("Continuo", "Dia 14", "Dia 7"))
> chisq.test(catorce)
```

Pearson's Chi-squared test

```
data: catorce
X-squared = 16.48, df = 2, p-value = 0.0002639
```

```
>
> sesentayocho <- matrix(c(100,100,100,32,41,22), nrow=2, byrow = T)
> dimnames(sesentayocho) <- list(c("Total", "Celo"), c("Continuo", "Dia 14", "Dia 7"))
> chisq.test(sesentayocho)
```

Pearson's Chi-squared test

```
data: sesentayocho
X-squared = 4.3724, df = 2, p-value = 0.1123
```

```
> # =====
```

```

>
> # PARTO - 4 turnos
> madrugada <- matrix(c(100,100,22.7,17.4),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(madrugada) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 7 d"))
> chisq.test(madrugada)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: madrugada
X-squared = 0.34927, df = 1, p-value = 0.5545

```

```

>
> manana <- matrix(c(100,100,26.1,18.2),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(manana) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 7 d"))
> chisq.test(manana)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: manana
X-squared = 0.82512, df = 1, p-value = 0.3637

```

```

>
> noche <- matrix(c(100,100,30,17.4),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(noche) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 7 d"))
> chisq.test(noche)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: noche
X-squared = 2.2078, df = 1, p-value = 0.1373

```

```

>
> tarde <- matrix(c(100,100,25,39.1),nrow=2,byrow = T)
> dimnames(tarde) <- list(c("Total","Celo"),c("Continuo","Dia 7 d"))
> chisq.test(tarde)

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: tarde
X-squared = 1.935, df = 1, p-value = 0.1642

```

Anexo II: Análisis de variancia de la información reproductiva

ANOVA - Camada_n

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Empadre	3.08	2	1.541	1.84	0.167
Residuos	51.03	61	0.837		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
1.02	2	61	0.365

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.979	0.334

ANOVA - Nacido vivo

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Empadre	3.31	2	1.66	1.51	0.229
Residuos	66.92	61	1.10		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
0.499	2	61	0.609

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
---	-----	-----	---

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.981	0.441

ANOVA - Peso camada nacimiento

	Suma Cuadrados	de gl	Media Cuadrática	F	p
Empadre	56722	2	28361	2.62	0.081
Residuos	661177	61	10839		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
0.0249	2	61	0.975

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
Estadístico	p		
0.985	0.652		

Anexo III: Datos recolectados durante el empadre

Empadre	ID	Peso corporal recría, g	Peso corporal inicio al empadre, g	Fecha de empadre	Hora de empadre	HORA 1°CELO	Turno	Primer celo, h	Primer celo, d	Categoría	Copulas al 1er celo1	Copulas al 1er celo
Continuo	401	371	738	1-Oct-17	19	21:00 p.m.	Noche	2	0.083	<= 5 d	15	De 11 a 20
Continuo	451	360	748	1-Oct-17	19	8:56 a. m.	Mañana	14	0.583	<= 5 d	10	De 6 a 10
Continuo	439	345	701	1-Oct-17	19	20:48 p.m.	Noche	242	10.083	<= 15 d	26	>= 20
Continuo	414	328	697	1-Oct-17	19	7:00 a. m.	Mañana	252	10.5	<= 15 d	14	De 11 a 20
Continuo	421	319	660	1-Oct-17	19	7:00 a. m.	Mañana	276	11.5	<= 15 d	15	De 11 a 20
Continuo	478	366	677	1-Oct-17	19	23:00 pm	Noche	292	12.167	<= 15 d	21	>= 20
Continuo	474	310	674	1-Oct-17	19	16:00 p.m.	Tarde	357	14.875	<= 15 d	10	De 6 a 10
Continuo	477	310	615	1-Oct-17	19	22:00 p.m.	Noche	363	15.125	<= 15 d	13	De 11 a 20
Continuo	433	296	658	1-Oct-17	19	5:00 a. m.	Madrugada	34	1.417	<= 5 d	8	De 6 a 10
Continuo	438	349	746	1-Oct-17	19	3:00 a. m.	Madrugada	104	4.333	<= 5 d	7	De 6 a 10
Continuo	404	344	767	1-Oct-17	19	22:01 pm	Noche	147	6.125	<= 10 d	4	<= 5
Continuo	437	287	606	1-Oct-17	19	14:00 p.m.	Tarde	139	5.792	<= 10 d	9	De 6 a 10
Continuo	432	333	665	1-Oct-17	19	16:32 p.m.	Tarde	165	6.875	<= 10 d	8	De 6 a 10
Continuo	441	383	765	1-Oct-17	19	12:00 a. m.	Mañana	173	7.208	<= 10 d	7	De 6 a 10
Continuo	469	302	649	1-Oct-17	19	17:00 p.m.	Tarde	214	8.917	<= 10 d	7	De 6 a 10
Continuo	430	384	724	1-Oct-17	19	20:00 pm	Noche	289	12.042	<= 15 d	6	De 6 a 10
Continuo	405	338	777	1-Oct-17	19	3:00 a. m.	Madrugada	32	1.333	<= 5 d	12	De 11 a 20
Continuo	413	395	689	1-Oct-17	19	1:00 a. m.	Madrugada	102	4.25	<= 5 d	17	De 11 a 20
Continuo	440	295	712	1-Oct-17	19	3:28 a. m.	Madrugada	104	4.333	<= 5 d	4	<= 5
Continuo	446	396	785	1-Oct-17	19	4:00 a. m.	Madrugada	129	5.375	<= 10 d	10	De 6 a 10
Continuo	472	349	743	1-Oct-17	19	6:15 a. m.	Madrugada	131	5.458	<= 10 d	8	De 6 a 10
Continuo	423	362	784	1-Oct-17	19	4:00 a. m.	Madrugada	177	7.375	<= 10 d	10	De 6 a 10
Continuo	403	380	714	1-Oct-17	19	16:34 pm	Tarde	213	8.875	<= 10 d	6	De 6 a 10

Continuo	468	361	767	1-Oct-17	19	22:00 p.m.	Noche	243	10.125	<= 15 d	10	De 6 a 10
Exposición 7 días	456	343	716	8-Oct-17	19	11:00	Mañana	16	0.667	<= 5 d	7	De 6 a 10
Exposición 7 días	427	314	713	8-Oct-17	19	05:00	Madrugada	178	7.417	<= 10 d	14	De 11 a 20
Exposición 7 días	471	308	856	8-Oct-17	19	04:00	Madrugada	225	9.375	<= 10 d	6	De 6 a 10
Exposición 7 días	453	378	717	8-Oct-17	19	03:00	Madrugada	248	10.333	<= 15 d	10	De 6 a 10
Exposición 7 días	467	330	695	8-Oct-17	19	07:00	Mañana	252	10.5	<= 15 d	0	<= 5
Exposición 7 días	419	367	744	8-Oct-17	19	19:00 pm	Noche	288	12	<= 15 d	8	De 6 a 10
Exposición 7 días	445	360	756	8-Oct-17	19	04:00	Madrugada	321	13.375	<= 15 d	0	<= 5
Exposición 7 días	436	397	773	8-Oct-17	19	06:00	Mañana	323	13.458	<= 15 d	6	De 6 a 10
Exposición 7 días	466	394	769	8-Oct-17	19	11:00	Mañana	16	0.667	<= 5 d	33	>= 20
Exposición 7 días	406	315	684	8-Oct-17	19	03:00	Madrugada	56	2.333	<= 5 d	7	De 6 a 10
Exposición 7 días	412	328	715	8-Oct-17	19	03:00:00 a.m	Madrugada	128	5.333	<= 10 d	10	De 6 a 10
Exposición 7 días	416	334	685	8-Oct-17	19	10:00	Mañana	135	5.625	<= 10 d	9	De 6 a 10
Exposición 7 días	473	341	768	8-Oct-17	19	08:00	Mañana	133	5.542	<= 10 d	7	De 6 a 10
Exposición 7 días	476	348	746	8-Oct-17	19	14:00 pm	Tarde	235	9.792	<= 10 d	6	De 6 a 10
Exposición 7 días	428	384	766	8-Oct-17	19	23:58	Noche	244	10.167	<= 15 d	9	De 6 a 10
Exposición 7 días	450	388	750	8-Oct-17	19	21:00	Noche	146	6.083	<= 10 d	10	De 6 a 10
Exposición 7 días	417	360	742	8-Oct-17	19	04:00	Madrugada	9	0.375	<= 5 d	12	De 11 a 20
Exposición 7 días	409	366	772	8-Oct-17	19	07:00	Mañana	12	0.5	<= 5 d	6	De 6 a 10
Exposición 7 días	470	330	728	8-Oct-17	19	21:00 pm	Noche	98	4.083	<= 5 d	13	<= 5
Exposición 7 días	442	386	729	8-Oct-17	19	22:00 pm	Noche	171	7.125	<= 10 d	10	De 6 a 10
Exposición 7 días	465	344	692	8-Oct-17	19	22:00 pm	Noche	195	8.125	<= 10 d	12	De 11 a 20
Exposición 7 días	452	357	745	8-Oct-17	19	00:00	Noche	269	11.208	<= 15 d	9	De 6 a 10
Exposición 7 días	435	297	758	8-Oct-17	19	20:00 pm	Noche	289	12.042	<= 15 d	7	De 6 a 10
Exposición 7 días	447	351	762	8-Oct-17	19	16:00 pm	Tarde	309	12.875	<= 15 d	17	De 11 a 20
Exposición 14 días	201	-	584	15-Oct-17	19	21:12:50	Noche	212.2	8.842	<= 10 d	11	De 11 a 20

Exposición 14 días	407	350	605	15-Oct-17	19	00:30:20	Madrugada	168.2	7.009	<= 10 d	4	<= 5
Exposición 14 días	410	301	585	15-Oct-17	19	23:02:23	Noche	142.2	5.925	<= 10 d	10	De 6 a 10
Exposición 14 días	411	357	689	15-Oct-17	19	03:35:52	Madrugada	219.2	9.134	<= 10 d	9	De 6 a 10
Exposición 14 días	415	352	687	15-Oct-17	19	00:31:40	Madrugada	168.2	7.009	<= 10 d	8	De 6 a 10
Exposición 14 días	426	372	676	15-Oct-17	19	01:10:00	Madrugada	216.2	9.009	<= 10 d	7	De 6 a 10
Exposición 14 días	444	337	634	15-Oct-17	19	15:46:30	Tarde	255.2	10.634	<= 15 d	17	De 11 a 20
Exposición 14 días	455	349	636	15-Oct-17	19	19:00:00	Noche	90.2	3.759	<= 5 d	4	<= 5
Exposición 14 días	209	-	650	15-Oct-17	19	19:54:26	Noche	187.2	7.8	<= 10 d	10	De 6 a 10
Exposición 14 días	210	-	687	15-Oct-17	19	17:08:56	Tarde	208.2	8.675	<= 10 d	4	<= 5
Exposición 14 días	402	350	552	15-Oct-17	19	16:23:33	Tarde	327.2	13.634	<= 15 d	20	De 11 a 20
Exposición 14 días	422	338	617	15-Oct-17	19	01:40:06	Madrugada	121.2	5.05	<= 10 d	19	De 11 a 20
Exposición 14 días	429	340	634	15-Oct-17	19	16:00:00	Tarde	207.2	8.634	<= 10 d	0	<= 5
Exposición 14 días	434	318	637	15-Oct-17	19	17:08:00	Tarde	136.2	5.675	<= 10 d	6	De 6 a 10
Exposición 14 días	449	364	675	15-Oct-17	19	05:13:00	Madrugada	196.2	8.175	<= 10 d	20	De 11 a 20
Exposición 14 días	475	365	642	15-Oct-17	19	16:49:10	Tarde	160.2	6.675	<= 10 d	20	De 11 a 20
Exposición 14 días	203	-	562	15-Oct-17	19	15:55:58	Tarde	207.2	8.634	<= 10 d	12	De 11 a 20

Exposición 14 días	206	-	584	15-Oct-17	19	18:00:00	Noche	89.2	3.717	<= 5 d	6	De 6 a 10
Exposición 14 días	211	-	646	15-Oct-17	19	22:42:12	Noche	166.2	6.925	<= 10 d	6	De 6 a 10
Exposición 14 días	408	321	582	15-Oct-17	19	17:00:00	Tarde	88.2	3.675	<= 5 d	4	<= 5
Exposición 14 días	418	365	649	15-Oct-17	19	12:54:19	Tarde	108.2	4.509	<= 5 d	24	>= 20
Exposición 14 días	424	339	638	15-Oct-17	19	04:30:56	Madrugada	100.2	4.175	<= 5 d	18	De 11 a 20
Exposición 14 días	431	340	591	15-Oct-17	19	17:00:00	Tarde	88.2	3.675	<= 5 d	10	De 6 a 10
Exposición 14 días	448	390	720	15-Oct-17	19	00:52:30	Madrugada	144.2	6.009	<= 10 d	11	De 11 a 20

Anexo IV: Datos recolectados durante el parto

Empadre	Hora de parto	Horario de parto	Gestación, dl	Gestación, d	Días vacíos 1er celo	Días vacíos 2do celo	Camada, n	Nacidos vivos	Nacidos muertos	Destetados	Peso camada nacimiento, g
Continuo	16:30	Tarde	69	69	0	1	2	2	0	2	400
Continuo	22:00	Noche	69	69	1	1	2	2	0	2	360
Continuo	06:45	Mañana	69	69	10	2	3	2	1	2	353
Continuo	21:45	Noche	67	67	11	3	3	3	0	3	484
Continuo	13:00	Tarde	63	62-63	12	3	4	1	3	1	454
Continuo	01:00	Madrugada	62	62-63	12	3	6	4	2	1	543
Continuo	15:30	Tarde	66	65-66	15	3	4	2	2	2	526
Continuo	22:10	Noche	68	68	15	3	3	3	0	2	469
Continuo	00:28	Madrugada	70	70	17	4	3	3	0	3	502
Continuo	10:35	Mañana	68	68	6	2	4	4	0	4	602
Continuo	11:20	Mañana	68	68	6	2	3	3	0	3	467
Continuo	04:36	Madrugada	67	67	22	5	4	4	0	3	612
Continuo	13:20	Tarde	68	68	9	2	3	3	0	3	478
Continuo	05:00	Madrugada	68	68	1	1	2	2	0	2	318
Continuo	15:59	Tarde	69	69	4	1	2	2	0	2	351
Continuo	18:15	Noche	67	67	5	1	3	3	0	3	452
Continuo	22:00	Noche	67	67	21	5	4	3	1	3	592
Continuo	23:00	Noche	65	65-66	23	5	5	5	0	5	790
Continuo	03:12	Madrugada	68	68	10	2	4	3	1	2	513

Exposición macho - 7 d	05:26	Madrugada	70	70	1	1	2	2	0	2	410
Exposición macho - 7 d	23:34	Noche	68	68	7	2	4	3	1	3	559
Exposición macho - 7 d	17:22	Tarde	68	68	9	2	4	4	0	4	633
Exposición macho - 7 d	17:50	Tarde	67	67	10	2	3	2	1	2	437
Exposición macho - 7 d	04:00	Madrugada	66	65-66	27	5	4	3	1	3	513
Exposición macho - 7 d	14:00	Tarde	68	68	12	3	4	4	0	4	624
Exposición macho - 7 d	08:00	Mañana	65	65-66	29	5	4	2	2	2	469
Exposición macho - 7 d	16:18	Tarde	67	67	14	3	5	5	0	5	594
Exposición macho - 7 d	22:32	Noche	70	70	1	1	3	3	0	3	614
Exposición macho - 7 d	20:49	Noche	69	69	2	1	3	3	0	3	471
Exposición macho - 7 d	16:13	Tarde	67	67	5	1	4	4	0	4	471
Exposición macho - 7 d	17:35	Tarde	67	67	6	2	3	3	0	2	663
Exposición macho - 7 d	21:36	Noche	70	70	6	2	5	5	0	4	671
Exposición macho - 7 d	16:50	Tarde	66	65-66	10	2	4	4	0	3	559
Exposición macho - 7 d	08:56	Mañana	69	69	10	2	3	2	1	2	553
Exposición macho - 7 d	09:33	Mañana	68	68	6	2	3	1	2	1	517
Exposición macho - 7 d	02:22	Madrugada	69	69	0	1	2	2	0	2	285
Exposición macho - 7 d	02:00	Madrugada	67	67	14	3	5	4	1	3	718
Exposición macho - 7 d	06:05	Mañana	68	68	4	1	4	4	0	4	636
Exposición macho - 7 d	13:26	Tarde	67	67	7	2	3	3	0	3	515
Exposición macho - 7 d	17:00	Tarde	69	69	23	5	3	3	0	3	490
Exposición macho - 7 d	08:00	Mañana	70	70	43	5	3	3	0	3	502
Exposición macho - 7 d	00:00	Mañana	66	65-66	13	3	4	4	0	4	598
Exposición macho - 14 d	02:09:00	Madrugada	69	69	9	2	4	4	0	4	574
Exposición macho - 14 d	04:00:00	Madrugada	67	67	55	5	3	3	0	3	435
Exposición macho - 14 d	09:25:00	Mañana	72	71-72	6	2	2	1	1	1	464
Exposición macho - 14 d	17:35:00	Tarde	70	70	6	2	3	3	0	3	456
Exposición macho - 14 d	21:15:00	Noche	68	68	37	5	2	2	0	2	370
Exposición macho - 14 d	21:02:00	Noche	68	68	9	2	4	4	0	4	520

Exposición macho - 14 d	19:57:00	Noche	68	68	11	3	3	3	0	2	602
Exposición macho - 14 d	19:00:00	Noche	67	67	19	4	3	3	0	3	395
Exposición macho - 14 d	08:10:00	Mañana	71	71-72	8	2	1	1	0	1	212
Exposición macho - 14 d	16:00:00	Tarde	69	69	23	5	3	2	1	2	455
Exposición macho - 14 d	05:00:00	Madrugada	67	67	14	3	3	3	0	3	503
Exposición macho - 14 d	22:14:00	Noche	67	67	5	1	2	2	0	2	317
Exposición macho - 14 d	15:00:00	Tarde	67	67	20	4	4	3	1	3	654
Exposición macho - 14 d	10:00:00	Mañana	65	65-66	23	5	4	1	3	1	491
Exposición macho - 14 d	22:05:15	Noche	68	68	7	2	2	2	0	2	383
Exposición macho - 14 d	16:00:00	Tarde	68	68	49	5	3	3	0	3	547
Exposición macho - 14 d	04:41:00	Madrugada	68	68	7	2	3	3	0	3	518
Exposición macho - 14 d	15:42:00	Tarde	67	67	20	4	4	4	0	4	596
Exposición macho - 14 d	15:00:00	Tarde	68	68	5	1	3	3	0	3	470
Exposición macho - 14 d	08:30:00	Mañana	68	68	18	4	4	4	0	4	555
Exposición macho - 14 d	15:00:00	Tarde	68	68	19	4	3	0	3	0	438
Exposición macho - 14 d	01:18:00	Madrugada	66	65-66	6	2	4	4	0	4	546